Sistem Dan Instalasi Tata Udara

Kelas XI

Semester 4

KATA PENGANTAR

Kurikulum 2013 adalah kurikulum berbasis kompetensi. Di dalamnya dirumuskan secara terpadu kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan yang harus dikuasai peserta didik serta rumusan proses pembelajaran dan penilaian yang diperlukan oleh peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diinginkan.

Faktor pendukung terhadap keberhasilan Implementasi Kurikulum 2013 adalah ketersediaan Buku Siswa dan Buku Guru, sebagai bahan ajar dan sumber belajar yang ditulis dengan mengacu pada Kurikulum 2013. Buku Siswa ini dirancang dengan menggunakan proses pembelajaran yang sesuai untuk mencapai kompetensi yang telah dirumuskan dan diukur dengan proses penilaian yang sesuai.

Sejalan dengan itu, kompetensi keterampilan yang diharapkan dari seorang lulusan SMK adalah kemampuan pikir dan tindak yang efektif dan kreatif dalam ranah abstrak dan konkret. Kompetensi itu dirancang untuk dicapai melalui proses pembelajaran berbasis penemuan (*discovery learning*) melalui kegiatan-kegiatan berbentuk tugas (*project based learning*), dan penyelesaian masalah (*problem solving based learning*) yang mencakup proses mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengasosiasi, dan mengomunikasikan. Khusus untuk SMK ditambah dengan kemampuan mencipta .

Sebagaimana lazimnya buku teks pembelajaran yang mengacu pada kurikulum berbasis kompetensi, buku ini memuat rencana pembelajaran berbasis aktivitas. Buku ini memuat urutan pembelajaran yang dinyatakan dalam kegiatan-kegiatan yang harus **dilakukan** peserta didik. Buku ini mengarahkan hal-hal yang harus **dilakukan** peserta didik bersama guru dan teman sekelasnya untuk mencapai kompetensi tertentu; bukan buku yang materinya hanya dibaca, diisi, atau dihafal.

Buku ini merupakan penjabaran hal-hal yang harus dilakukan peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan. Sesuai dengan pendekatan kurikulum 2013, peserta didik diajak berani untuk mencari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Buku ini merupakan edisi ke-1. Oleh sebab itu buku ini perlu terus menerus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan.

Kritik, saran, dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan pada edisi berikutnya sangat kami harapkan; sekaligus, akan terus memperkaya kualitas penyajian buku ajar ini. Atas kontribusi itu, kami ucapkan terima kasih. Tak lupa kami mengucapkan terima kasih kepada kontributor naskah, editor isi, dan editor bahasa atas kerjasamanya. Mudah-mudahan, kita dapat memberikan yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan menengah kejuruan dalam rangka mempersiapkan generasi seratus tahun Indonesia Merdeka (2045).

Jakarta, Januari 2014
Direktur Pembinaan SMK

Drs. M. Mustaghfirin Amin, MBA

Diunduh dari BSE.Mahoni.com

DAFTAR ISI

I. PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Kurikulum 2013 dirancang untuk memperkuat kompetensi siswa dari sisi pengetahuan, keterampilan dan sikap secara utuh. Proses pencapaiannya melalui pembelajaran sejumlah mata pelajaran yang dirangkai sebagai suatu kesatuan yang saling mendukung pencapaian kompetensi tersebut. Buku bahan ajar dengan judul Sistem dan Instalasi Refrigerasi ini merupakan paket keahlian yang digunakan untuk mendukung pembelajaran pada mata pelajaran Sistem dan Instalasi refrigerasi, untuk SMK Paket Keahlian Teknik Pendingin dan Tata Udara yang diberikan pada kelas XI.

Buku ini menjabarkan usaha minimal yang harus dilakukan siswa untuk mencapai kompetensi yang diharapkan, yang dijabarkan dalam kompetensi inti dan kompetensi dasar. Sesuai dengan pendekatan yang dipergunakan dalam Kurikulum 2013, siswa diberanikan untuk mencari dari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Peran guru sangat penting untuk meningkatkan dan menyesuaikan daya serap siswa dengan ketersediaan kegiatan pada buku ini. Guru dapat memperkayanya dengan kreasi dalam bentuk kegiatan-kegiatan lain yang sesuai dan relevan yang bersumber dari lingkungan sosial dan alam.

Buku siswa ini disusun di bawah koordinasi Direktorat Pembinaan SMK, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, dan dipergunakan dalam tahap awal penerapan Kurikulum 2013. Buku ini merupakan “dokumen hidup” yang senantiasa diperbaiki, diperbaharui, dan dimutakhirkan sesuai dengan dinamika kebutuhan dan perubahan zaman. Masukan dari berbagai kalangan diharapkan dapat meningkatkan kualitas buku ini.

B. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.	1.1. Menyadari sempurnanya konsep Tuhan tentang benda-benda dengan fenomenanya untuk dipergunakan dalam dalam melaksanakan pekerjaan di bidang sistem dan instalasi tata udara 1.2. Mengamalkan nilai-nilai ajaran agama sebagai tuntunan dalam melaksanakan melaksanakan pekerjaan di bidang sistem dan instalasi tata udara
2. Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif, dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia	2.1. Mengamalkan perilaku jujur, disiplin, teliti, kritis, rasa ingin tahu, inovatif dan tanggung jawab dalam dalam pekerjaan di bidang sistem dan instalasi tata udara 2.2. Menghargai kerjasama, toleransi, damai, santun, demokratis, dalam menyelesaikan masalah perbedaan konsep berpikir dalam melakukan tugas memasang dan memelihara peralatan tata udara. 2.3. Menunjukkan sikap responsif, proaktif, konsisten, dan berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam dalam melakukan pekerjaan di bidang sistem dan instalasi tata udara.
3. Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.	3.1. Menentukan prinsip operasi sistem tata udara 3.2. Menentukan fungsi komponen utama sistem tata udara domestik 3.3. Menentukan karakteristik refrjeran dan oli refrijeran yang digunakan pada sistem tata udara 3.4. Memilih alat ukur besaran fisis udara 3.5. Menafsirkan gambar pemipaan sistem tata udara domestik 3.6. Menerapkan prosedur pemasangan unit tata udara domestik 3.7. Menentukan fungsi dan performansi unit tata udara domestik 3.8. Menganalisis gangguan pada unit tata udara domestik 3.9. Menerapkan prosedur pemeliharaan alat penukar kalor unit tata udara domestik 3.10. Menerapkan prosedur penggantian kompresor tata udara domestik 3.11. Menentukan pekerjaan retrofitting pada sistem tata udara domestik
4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung	4.1. Mengoperasikan sistem tata udara 4.2. Memeriksa komponen utama sistem tata udara domestik 4.3. Memeriksa karakteristik termodinamik refrijeran dan oli refrijeran yang digunakan pada sistem tata udara 4.4. Menggunakan alat ukur besaran fisis udara 4.5. Menyajikan gambar instalasi pemipaan sistem tata udara domestik

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
	4.6. Melakukan pemasangan unit tata udara domestik 4.7. Melakukan pemeriksaan fungsi dan performansi unit tata udara domestik 4.8. Melacak gangguan mekanik pada unit tata udara domestik 4.9. Melakukan pemeliharaan alat penukar kalor tata sistem tata udara domestik 4.10. Melakukan penggantian kompresor sistem tata udara domestik 4.11. Melakukan retrofit pada sistem tata udara domestik

C. Silabus

Satuan Pendidikan : SMK
Program Keahlian : Teknik Ketenagalistrikan
Paket Keahlian : Teknik Pendingin & Tata Udara
Mata Pelajaran : Sistem dan Instalasi Tata Udara
Kelas /Semester : XI

Kompetensi Inti

KI 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya

KI 2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.

KI 3 : Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.

KI 4 : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Kegiatan Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
1.1 Menyadari sempurnanya konsep Tuhan tentang benda-benda dengan fenomenanya untuk dipergunakan dalam dalam melaksanakan pekerjaan di bidang sistem dan instalasi tata udara 1.2 Mengamalkan nilai-nilai ajaran agama sebagai tuntunan dalam					

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Kegiatan Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
melaksanakan melaksanakan pekerjaan di bidang sistem dan instalasi tata udara					
2.4. Mengamalkan perilaku jujur, disiplin, teliti, kritis, rasa ingin tahu, inovatif dan tanggung jawab dalam dalam pekerjaan di bidang sistem dan instalasi tata udara 2.5. Menghargai kerjasama, toleransi, damai, santun, demokratis, dalam menyelesaikan masalah perbedaan konsep berpikir dalam melakukan tugas memasang dan memelihara peralatan tata udara. 2.6. Menunjukkan sikap responsif, proaktif, konsisten, dan berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam dalam melakukan pekerjaan di bidang sistem dan instalasi tata udara.					
3.1. Menentukan prinsip operasi sistem tata udara 4.1. Mengoperasikan sistem tata udara	• Karakteristik udara - Komposisi udara kering - Moisture content - Suhu Bola kering	**Mengamati :** Mengamati karakteristik udara, suhu udara, suhu titik embun, kelembaban udara absolut, kelembaban udara relatif, kelembaban spesifik,	**Kinerja:** • Pengematan sikap kerja • Pengamatan kegiatan praktek pengoperasian	4 x 6 jp	

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Kegiatan Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
	- Suhu Bola Basah - Suhu titik embun - Kelembaban udara absolut - Kelembaban udara relatif - Kelembaban spesifik • Hukum Boyle • Hukum Daltom • Proses transfer panas • Suhu saturasi • Efek tekanan pada suhu saturasi • Evaporasi • Kondensasi • Suhu panas lanjut (superheat) • Suhu superdingin (subcooled) • Psikrometrik chart • Proses Tata Udara -cooling, - heating, - humidifying, - dehumidifying, - ventilating • Pemetaan proses Tata Udara - pendinginan/pemanasan udara tanpa pengurangan uap air - pendinginan/pemasanan dengan pengurangan uap air - percampuran udara • Beban pendinginan ruang	proses tranfer panas, suhu saturasi, suhu superheat, suhu subcooled, psikrometrik chart, proses tata udara, dan pemetaan proses tata udara. **Menanya :** Mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan berfikir kritis dan kreatif dengan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri tentang karakteristik udara, suhu udara, suhu titik embun, kelembaban udara absolut, kelembaban udara relatif, kelembaban spesifik, proses tranfer panas, suhu saturasi, suhu superheat, suhu subcooled, psikrometrik chart, proses tata udara, dan pemetaan proses tata udara. **Pengumpulan Data :** Mengumpulkan data yang dipertanyakan dan menentukan sumber (melalui benda konkrit, dokumen, buku, eksperimen) untuk menjawab pertanyaan yang diajukan tentang karakteristik udara, suhu udara, suhu titik embun, kelembaban udara absolut, kelembaban udara relatif, kelembaban spesifik, proses tranfer panas, suhu saturasi, suhu superheat, suhu subcooled, psikrometrik chart, proses tata udara, dan pemetaan proses tata udara. **Mengasosiasi :** Mengkategorikan data dan menentukan hubungannya, selanjutnyanya disimpulkan dengan urutan dari yang sederhana sampai pada yang lebih kompleks terkait karakteristik udara, suhu udara, suhu titik embun, kelembaban udara absolut, kelembaban udara relatif, kelembaban spesifik, proses tranfer panas, suhu saturasi, suhu	sistem tata udara **Tes:** Tes lisan/ tertulis terkait dengan pengoperasian sistem tata udara **Portofolio:** Setelah menyelesaikan tugas pekerjaan pekerjaan harus menyerahkan laporan pekerjaan secara tertulis **Tugas:** Pengoperasian unit tata udara domestik		

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Kegiatan Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
	• Zona kenyamanan tubuh	superheat, suhu subcooled, psikrometrik chart, proses tata udara, dan pemetaan proses tata udara. **Mengkomunikasikan :** Menyampaikan hasil konseptualisasi tentang psikkrometrik, proses tata udara, dan pemetaan proses tata udara baik secara lisan dan tulisan			
3.2 Menentukan fungsi dan performansi komponen utama unit tata udara domestik 4.2. Memeriksa komponen utama unit tata udara domestik	• Sistem dan komponen AC packaged - kompresor - kondesor - katub ekspansi - evaporator • Sistem dan komponen AC Split - Condensing unit - Fan coil • Spesifikasi peralatan tata udara domestic • Operasi sistem tata udara	**Mengamati :** Komponen sistem tata udara domestik dari sisi konstruksi, fungsi, dan performansinya **Menanya :** Mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan berfikir kritis dan kreatif dengan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri tentang Komponen sistem tata udara domestik dari sisi konstruksi, fungsi, dan performansinya **Pengumpulan Data :** Mengumpulkan data yang dipertanyakan dan menentukan sumber (melalui benda konkrit, dokumen, buku, eksperimen) untuk menjawab pertanyaan yang diajukan tentang Komponen sistem tata udara domestik dari sisi konstruksi, fungsi, dan performansinya **Mengasosiasi :** Mengkategorikan data dan menentukan hubungannya, selanjutnyanya disimpulkan dengan urutan dari yang sederhana sampai pada yang lebih kompleks terkait Komponen sistem tata udara domestik dari sisi konstruksi, fungsi, dan performansinya	**Kinerja:** • Pengematan sikap kerja • Pengamatan kegiatan praktek mengidentifikasikan dan memilah Komponen sistem tata udara domestik dari sisi konstruksi, fungsi, dan performansinya **Tes:** Tes lisan/ tertulis terkait dengan pemilihan komponen utama sistem tata udara domestik **Portofolio:** Setelah menyelesaikan tugas pekerjaan pekerjaan harus menyerahkan laporan pekerjaan secara tertulis **Tugas:** Memilih dan menggunakan komponen utama unit tata	3 x 6 JP	J. Dossat, Modern Refrigeration, Prentice Hall, 1990 Goliber, Paul F., 1986 Refrigeration servicing, Bombay, D.B. Taraporevala Son & Co, Private Ltd. A Harris, 1986, Air Conditioning Practices, Mc. Graw Hill Trane reciprocating Refrigeration Manual

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Kegiatan Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
		Mengkomunikasikan : Menyampaikan hasil identifikasi Komponen sistem tata udara domestik dari sisi konstruksi, fungsi, dan performansinya baik secara lisan dan tulisan	udara domestik		
3.3. Menentukan karakteristik refrijeran dan oli refrijeran yang digunakan pada sistem tata udara 4.3. Memeriksa karakteristik termodinamik refrijeran dan oli refrijeran pada sistem tata udara	• Refrijeran • Oli refrijeran	**Mengamati :** Mengamati karakteristik termodinamik refrijeran dan oli refrijeran yang digunakan pada unit tata udara domestik **Menanya :** Mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri tentang pengamatan karakteristik termodinamik refrijeran dan oli refrijeran yang digunakan pada unit tata udara domestic **Pengumpulan Data :** Mengumpulkan data yang dipertanyakan dan menentukan sumber (melalui benda konkrit, dokumen, buku, eksperimen) untuk menjawab pertanyaan yang diajukan tentang pengamatan karakteristik termodinamik refrijeran dan oli refrijeran yang digunakan pada unit tata udara domestik **Mengasosiasi :** Mengkatagorikan data dan menentukan hubungannya, selanjutnyanya disimpulkan dengan urutan dari yang sederhana sampai pada yang lebih kompleks terkait pengamatan karakteristik termodinamik refrijeran dan oli refrijeran yang digunakan pada unit tata udara domestik **Mengkomunikasikan :** Menyampaikan hasil konseptualisasi tentang	**Kinerja:** • Pengamatan sikap kerja • Pengamatan kegiatan praktek pengamatan karakteristik termodinamik refrijeran dan oli refrijeran yang digunakan pada unit tata udara domestik **Tes:** Tes tertulis terkait dengan pengamatan karakteristik termodinamik refrijeran dan oli refrijeran yang digunakan pada unit tata udara domestik **Portofolio:** Setelah menyelesaikan tugas pekerjaan pekerjaan harus menyerahkan laporan pekerjaan secara tertulis. **Tugas:** Pemeriksaan karakteristik refrigeran	3 x 6 JP	

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Kegiatan Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
		pengamatan karakteristik termodinamik refrijeran dan oli refrijeran yang digunakan pada unit tata udara domestiksecara lesan dan tulisan.			
3.4. Memilih alat ukur besaran fisis udara 4.4. Menggunakan peralatan ukur besaran fisis udara	• Slink Psikrometrik • Thermometer • Humidifimeter	**Mengamati :** Mengamati proses pengukuran besaran fisis udara pada ruang yang dikondisikan **Menanya :** Mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri tentang proses pengukuran besaran fisis udara pada ruang yang dikondisikan **Pengumpulan Data :** Mengumpulkan data yang dipertanyakan dan menentukan sumber (melalui benda konkrit, dokumen, buku, eksperimen) untuk menjawab pertanyaan yang diajukan tentang proses pengukuran besaran fisis udara pada ruang yang dikondisikan **Mengasosiasi :** Mengkatagorikan data dan menentukan hubungannya, selanjutnyanya disimpulkan dengan urutan dari yang sederhana sampai pada yang lebih kompleks terkait proses pengukuran besaran fisis udara pada ruang yang dikondisikan **Mengkomunikasikan :** Menyampaikan hasil konseptualisasi tentang proses pengukuran besaran fisis udara pada ruang yang dikondisikan secara lesan dan tulisan.	**Kinerja:** • Pengamatan sikap kerja • Pengamatan kegiatan praktek pengukuran besaran fisis udara pada ruang yang dikondisikan **Tes:** Tes tertulis terkait dengan proses pengukuran besaran fisis udara pada ruang yang dikondisikan **Portofolio:** Setelah menyelesaikan tugas pekerjaan pekerjaan harus menyerahkan laporan pekerjaan secara tertulis. **Tugas:** Menggunkan alat ukut	2 x 6 jp	
3.5. Menafsirkan gambar pemipaan sistem tata udara domestik	Gambar instalasi pemipaan sistem tata udara domestik secara manual dan dengan	**Mengamati :** Mengamati instalasi sistem tata udara dikaitkan dengan gambar instalasi pemipaan sistem tata	**Kinerja:** • Pengamatan sikap kerja • Pengamatan kegiatan	3 x 6 jp	

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Kegiatan Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
4.5. Menyajikan gambar instalasi pemipaan sistem tata udara domestik	menggunakan komputer	udara **Menanya :** Mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri tentang gambar instalasi pemipaan sistem tata udara **Pengumpulan Data :** Mengumpulkan data yang dipertanyakan dan menentukan sumber (melalui benda konkrit, dokumen, buku, eksperimen) untuk menjawab pertanyaan yang diajukan tentang gambar instalasi pemipaan sistem tata udara **Mengasosiasi :** Mengkatagorikan data dan menentukan hubungannya, selanjutnyanya disimpulkan dengan urutan dari yang sederhana sampai pada yang lebih kompleks terkait gambar instalasi pemipaan sistem tata udara **Mengkomunikasikan :** Menyampaikan hasil konseptualisasi tentang gambar instalasi pemipaan sistem tata udara secara lesan dan tulisan.	praktek menggambar instalasi pemipaan sistem tata udara domestik secara manual dan menggunakan komputer **Tes:** Tes tertulis terkait dengan gambar instalasi pemipaan sistem tata udara **Portofolio:** Setelah menyelesaikan tugas pekerjaan pekerjaan harus menyerahkan laporan pekerjaan secara tertulis. **Tugas:** Gambar kerja instalasi pemipaan unit tat udara domestik		
3.6. Menerapkan prosedur pemasangan unit tata udara domestik 4.6. Memasang unit tata udara domestik	Pemasangan unit tata udara domestik	**Mengamati :** Mengamati pelaksanaan pekerjaan pemasangan unit tata udara domestik **Menanya :** Mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri tentang pelaksanaan pekerjaan pemasangan unit tata udara domestik	**Kinerja:** • Pengamatan sikap kerja • Pengamatan kegiatan praktek pemasangan unit tata udara domestik **Tes:** Tes tertulis terkait dengan pelaksanaan pekerjaan pemasangan unit tata	3 x 6 jp	

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Kegiatan Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
		Mengeksplorasi: Mengumpulkan data yang dipertanyakan dan menentukan sumber (melalui benda konkrit, dokumen, buku, eksperimen) untuk menjawab pertanyaan yang diajukan tentang pelaksanaan pekerjaan pemasangan unit tata udara domestic **Mengasosiasi :** Mengkatagorikan data dan menentukan hubungannya, selanjutnyanya disimpulkan dengan urutan dari yang sederhana sampai pada yang lebih kompleks terkait pelaksanaan pekerjaan pemasangan unit tata udara domestik **Mengkomunikasikan :** Menyampaikan hasil konseptualisasi tentang pelaksanaan pekerjaan pemasangan unit tata udara domestik secara lesan dan tulisan.	udara domestik **Portofolio:** Setelah menyelesaikan tugas pekerjaan pekerjaan harus menyerahkan laporan pekerjaan secara tertulis. **Tugas:** Pemasangan unit tata udara domestik		
3.7. Menentukan fungsi dan performansi unit tata udara domestik 4.7. Memeriksa fungsi dan performansi pada unit tata udara domestik	• Start-up dan komisioning sistem tata udara domestik • Pemeriksaan kebocoran • Pemeriksaan tekanan kondensasi • Pemeriksaan COP	**Mengamati :** Mengamati pelaksanaan start-up dan komisioning unit tata udara domestik **Menanya :** Mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri tentang pelaksanaan start-up dan komisioning unit tata udara domestik **Mengeksplorasi :** Mengumpulkan data yang dipertanyakan dan menentukan sumber (melalui benda konkrit, dokumen, buku, eksperimen) untuk menjawab pertanyaan yang diajukan tentang pelaksanaan start-up dan komisioning unit tata udara domestik	**Kinerja:** • Pengamatan sikap kerja. • Pengamatan kegiatan praktek melakukan start-up test dan komisioning peralatan refrigerasi domestik, **Tes:** Tes tertulis terkait dengan pelaksanaan start-up dan komisioning unit tata udara domestik. **Portofolio:** Setelah menyelesaikan	4 x 6 jp	

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Kegiatan Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
		Mengasosiasi : Mengkatagorikan data dan menentukan hubungannya, selanjutnyanya disimpulkan dengan urutan dari yang sederhana sampai pada yang lebih kompleks terkait dengan pelaksanaan start-up dan komisioning unit tata udara domestik **Mengkomunikasikan :** Menyampaikan hasil konseptualisasi tentang pelaksanaan start-up dan komisioning unit tata udara domestik	tugas pekerjaan pekerjaan harus menyerahkan laporan pekerjaan secara tertulis. **Tugas:** Pemeriksaan fungsi dan performansi unit tata udara domestik		
3.8. Menganalisis gangguan pada unit tata udara domestik 4.8. Melacak gangguan mekanik unit tata udara domestik	Gangguan mekanik • Kontaminasi uap air • Udara di dalam sistem • Lost charge • Kompresi kurang optimal • Kompresor terbakar • Ice block • Block condenser Prosedur perbaikan • Kontaminasi uap air • Udara di dalam sistem • Lost charge • Kompresi kurang optimal • Kompresor terbakar • Ice block • Block condenser	**Mengamati :** Mengamati pekerjaan pelacakan gangguan pada unit tata udara **Menanya :** Mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri tentang pekerjaan pelacakan gangguan pada unit tata udara **Mengeksplorasi :** Mengumpulkan data yang dipertanyakan dan menentukan sumber (melalui benda konkrit, dokumen, buku, eksperimen) untuk menjawab pertanyaan yang diajukan tentang pekerjaan pelacakan gangguan pada unit tata udara **Mengasosiasi :** Mengkatagorikan data dan menentukan hubungannya, selanjutnyanya disimpulkan dengan urutan dari yang sederhana sampai pada yang lebih kompleks terkait dengan pekerjaan pelacakan gangguan pada unit tata udara	**Kinerja:** • Pengamatan sikap kerja. • Pengamatan kegiatan praktek pekerjaan pelacakan gangguan pada unit tata udara **Tes:** Tes tertulis terkait dengan pekerjaan pelacakan gangguan pada unit tata udara. **Portofolio:** Setelah menyelesaikan tugas pekerjaan pekerjaan harus menyerahkan laporan pekerjaan secara tertulis. **Tugas:** Pelacakan Gangguan	4 x 6 JP	J. Dossat, Modern Refrigeration, Prentice Hall, 1990 Goliber, Paul F., 1986 Refrigeration servicing, Bombay, D.B. Taraporevala Son & Co, Private Ltd. A Harris, 1986, Air Conditioning Practices, Mc. Graw Hill Trane reciprocating Refrigeration Manual Sapto Widodo,

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Kegiatan Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
		Mengkomunikasikan : Menyampaikan hasil konseptualisasi tentang pekerjaan pelacakan gangguan pada unit tata udara			dkk., 2007, Refrigerasi dan Tata Udara, E-book, Dir. PSMK MH Sapto Widodo, Sistem Kelistrikan Refrigerasi dan Tata Udara untuk SMK, Yrama WIdya
3.9. Menerapkan prosedur pemeliharaan alat penukar kalor pada unit tata udara domestik 4.9. Melakukan peliharaan peralatan penukar kalor unit tata udara domestik	Pemeliharaan alat penukar kalor unit tata udara domestik	**Mengamati :** Mengamati pelaksanaan pekerjaan pemeliharaan alat penukar kalor unit tata udara domestik . **Menanya :** Mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri tentang pelaksanaan pekerjaan pemeliharaan alat penukar kalor unit tata udara domestik . **Mengeksplorasi :** Mengumpulkan data yang dipertanyakan dan menentukan sumber (melalui benda konkrit, dokumen, buku, eksperimen) untuk menjawab pertanyaan yang diajukan tentang pelaksanaan pekerjaan pemeliharaan alat penukar kalor unit tata udara domestik . **Mengasosiasi :** Mengkatagorikan data dan menentukan hubungannya, selanjutnyanya disimpulkan dengan urutan dari yang sederhana sampai pada yang lebih kompleks terkait pelaksanaan pekerjaan pemeliharaan alat penukar kalor unit tata udara	**Kinerja:** • Pengamatan sikap kerja • Pengamatan kegiatan praktek pemeliharaan alat penukar kalor unit tata udara domestik . **Tes:** Tes tertulis terkait dengan pelaksanaan pekerjaan pemeliharaan alat penukar kalor unit tata udara domestik . **Laporan Kerja:** Setelah menyelesaikan tugas pekerjaan pekerjaan harus menyerahkan laporan pekerjaan secara tertulis. Tugas: Pemeliharaan kondenser	4 x 6 JP	. Dossat, Modern Refrigeration, Prentice Hall, 1990 Goliber, Paul F., 1986 Refrigeration servicing, Bombay, D.B. Taraporevala Son & Co, Private Ltd. A Harris, 1986, Air Conditioning Practices, Mc. Graw Hill Trane reciprocating Refrigeration Manual

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Kegiatan Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
		domestik . **Mengkomunikasikan :** Menyampaikan hasil konseptualisasi tentang pelaksanaan pekerjaan pemeliharaan alat penukar kalor unit tata udara domestik . dalam bentuk lisan, dan tulisan,			Sapto Widodo, dkk., 2007, Refrigerasi dan Tata Udara, E-book, Dir. PSMK MH Sapto Widodo, Sistem Kelistrikan Refrigerasi dan Tata Udara untuk SMK, Yrama WIdya
3.10. Menerapkan prosedur penggantian kompresor pada unit tata udara domestik 4.10. Mengganti kompresor unit tata udara domestik	Penggantian kompresor unit tata udara domestik	**Mengamati :** Mengamati pelaksanaan pekerjaan Penggantian kompresor unit tata udara domestik **Menanya :** Mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri tentang Penggantian kompresor unit tata udara domestik. **Mengeksplorasi :** Mengumpulkan data yang dipertanyakan dan menentukan sumber (melalui benda konkrit, dokumen, buku, eksperimen) untuk menjawab pertanyaan yang diajukan tentang Penggantian kompresor unit tata udara domestik. **Mengasosiasi :** Mengkatagorikan data dan menentukan hubungannya, selanjutnyanya disimpulkan dengan urutan dari yang sederhana sampai pada yang lebih kompleks terkait Penggantian kompresor unit tata udara domestik. **Mengkomunikasikan :**	**Kinerja:** • Pengamatan sikap kerja • Pengamatan kegiatan praktek Penggantian kompresor unit tata udara domestik. **Tes:** Tes tertulis terkait dengan Penggantian kompresor unit tata udara domestik. **Laporan Kerja:** Setelah menyelesaikan tugas pekerjaan pekerjaan harus menyerahkan laporan pekerjaan secara tertulis. Tugas: Penggantian kompresor	4 x 6 jp	

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Kegiatan Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
		Menyampaikan hasil konseptualisasi tentang Penggantian kompresor unit tata udara domestik. dalam bentuk lisan, dan tulisan,			
3.11. Menentukan pekerjaan retrofitting pada unit tata udara domestik 4.11. Melakukan retrofit pada unit tata udara domestik	Prosedur retrofit - drop-in - light-retrofit - standard retrofit - heavy retrofit • Peralatan service - Service manifold - Thermometer - Tang amper - Pompa Vacuum - Pompa Air bertekanan - Multimeter - %Rhmeter - Dial charge (timbangan) • Gambar instalasi pemipaan sistem tata udara domestik • Pemasangan Sistem tata udara - AC Packaged - AC Split • Start-up test dan komisioning	**Mengamati :** Mengamati pelaksanaan pekerjaan retrofit unit tata udara domestik **Menanya :** Mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri tentang pelaksanaan pekerjaan retrofit unit tata udara domestik. **Mengeksplorasi :** Mengumpulkan data yang dipertanyakan dan menentukan sumber (melalui benda konkrit, dokumen, buku, eksperimen) untuk menjawab pertanyaan yang diajukan tentang pelaksanaan pekerjaan retrofit unit tata udara domestik. **Mengasosiasi :** Mengkatagorikan data dan menentukan hubungannya, selanjutnyanya disimpulkan dengan urutan dari yang sederhana sampai pada yang lebih kompleks terkait pelaksanaan pekerjaan retrofit unit tata udara domestik k . **Mengkomunikasikan :** Menyampaikan hasil konseptualisasi tentang pelaksanaan pekerjaan retrofit unit tata udara domestik . dalam bentuk lisan, dan tulisan,	**Kinerja:** • Pengamatan sikap kerja • Pengamatan kegiatan praktek pelaksanaan pekerjaan retrofit unit tata udara domestik. **Tes:** Tes tertulis terkait dengan pelaksanaan pekerjaan retrofit unit tata udara domestik. **Laporan Kerja:** Setelah menyelesaikan tugas pekerjaan pekerjaan harus menyerahkan laporan pekerjaan secara tertulis. Tugas: Retrofit unit tata udara domestik	2 x 6 jp	

Catatan: jumlah minggu efektif semster ganjil/genap = 20/16 minggu

D. Rencana Aktivitas Belajar

Proses pembelajaran pada Kurikulum 2013 untuk semua jenjang dilaksanakan dengan menggunakan pendekatan ilmiah (saintifik). Langkah-langkah pendekatan ilmiah (*scientific appoach*) dalam proses pembelajaran meliputi menggali informasi melaui pengamatan, bertanya, percobaan, kemudian mengolah data atau informasi, menyajikan data atau informasi, dilanjutkan dengan menganalisis, menalar, kemudian menyimpulkan, dan mencipta. Pada buku ini, seluruh materi yang ada pada setiap kompetensi dasar diupayakan sedapat mungkin diaplikasikan secara prosedural sesuai dengan pendekatan ilmiah.

Melalui buku bahan ajar ini, kalian akan mempelajari apa?, bagaimana?, dan mengapa?, terkait dengan masalah sistem refrigerasi, instalasi dan aplikasinya. Langkah awal untuk mempelajari sistem dan instalasi refrigerasi adalah dengan melakukan pengamatan (observasi). Keterampilan melakukan pengamatan dan mencoba menemukan hubungan-hubungan yang diamati secara sistematis merupakan kegiatan pembelajaran yang sangat aktif, inovatif, kreatif dan menyenangkan. Dengan hasil pengamatan ini, berbagai pertanyaan lanjutan akan muncul. Nah, dengan melakukan penyelidikan lanjutan, kalian akan memperoleh pemahaman yang makin lengkap tentang masalah yang kita amati

Buku bahan ajar "Sistem dan Instalasi Tata Udara 2 ini, digunakan untuk memenuhi kebutuhan minimal pembelajaran pada kelas XI, semester empat, mencakupi kompetensi dasar 3.7 dan 4.7 sampai dengan 3.11. dan 4.11, yang terbagi menjadi lima kegiatan belajar, yaitu (1) Memeriksa Fungsi dan performansi unit tata udara, (2) Menganalisis Gangguan pada unit tata udara (3) Memelihara peralatan penukar kalor, (4) Mengganti Kompresor (5). Melakukan retrofitting unit tata udara,

I. PEMBELAJARAN

A. Kegiatan Belajar 1

Memeriksa Fungsi dan performansi Unit Tata Udara

Pada mata pelajaran Sistem dan Instalasi Tata Udara yang kalian pelajari pada semester tiga, pada kegiatan belajar terakhir kalian telah melakukan pemasangan unit tata udara untuk keperluan residensial atau keperluan domestik, termasuk start-up dan komisioningnya. Pada kegiatan belajar satu ini kalian akan memperlajari prosedur memeriksa fungsi dan performansi unit tata udara secara lebih komprehensif.

Seperti telah kalian ketahui, untuk memperoleh efek pendinginan pada unit tata udara diperlukan sebuah sistem refrigerasi. Sistem Kompresi uap mempunyai efisiensi tinggi. Oleh karena itu unit tata udara didisain menggunakan sistem kompresi uap atau gas. Sistem Kompresi uap merupakan mesin refrigerasi yang berisi fluida penukar kalor (refrigeran) yang bersirkulasi terus menerus. Selama bersirkulasi di dalam unitnya maka refrigeran tersebut akan selalu mengalami perubahan wujud dari gas ke liquid dan kembali ke gas akibat proses perubahan suhu dan tekanannya karena adanya efek kompresi, kondensasi, ekspansi dan evaporasi refrigeran.

Sesuai dengan proses yang terjadi di dalam siklus refrigerasinya maka sistem refrigerasi kompresi uap mempunyai 4 komponen yang saling berinteraksi satu sama lain, yaitu : (i) Evaporator untuk proses evaporasi liquid refrigeran. (ii) Kompresor untuk meningkatkan tekanan gas refrigeran dari sisi tekanan rendah kompresor (kompresi). (iii) Kondenser untuk proses kondensasi gas refrigeran. (iv) Katub ekspansi untuk menurunkan tekanan liquid refrigeran yang akan di masuk ke evaporator.

Lembar Kerja 1.1: Seperti pernyataan pada prolog di atas, bahwa peralatan tata udara menggunakan sistem refrigerasi kompresi uap. Untuk menggali ingatan kalian kembali tentang sistem refrijerasi kompresi uap, berikut ini diberikan permasalahan terkait dengan operasi sistem refrijerasi kompresi uap. Kalian harus dapat memperjelas permasalahannya agar kalian dapat melakukan pemeriksaan fungsi

dan performansi unit tata udara dengan maksimal. Kerjakan tugas ini secara berkelompok, dan buat laporan secara tertulis.

1. Uraikan kembali sistem dan komponen refrijerasi kompresi uap untuk memperjelas permasalahannya!
2. Uraikan kembali siklus refrijerasi sistem kompresi uap untuk memperjelas permasalahan dalam proses kompresi, kondensasi, ekspansi dan evaporasi. Lengkapi pemaparan kalian dengan diagram alir refrijerannya!
3. Uraikan kembali pengaruh suhu kondensasi terhadap kapasitas pendinginan sistem refrijerasi kompresi uap untuk memperjelas permasalahannya.
4. Uraikan kembali pengaruh suhu evaporasi terhadap kerja kompresi untuk memperjalas permasalahannya!

1. Pemeriksaan Kebocoran

Setelah dilakukan proses instalasi pemipaan atau penyambungan pipa antara indoor dan outdoor unit (untuk type split system) ataupun penyambungan seluruh komponen refrigerasinya, langkah selanjutnya adalah proses pemeriksaan kebocoran instalasi. Pemeriksaan kebocoran merupakan pekerjaan wajib yang

harus dilakukan setelah menyelesaikan pekerjaan instalasi pemipaan. Pemeriksaan kebocoran dimaksudkan untuk memastikan bahwa sistem refrigerasi tersebut benar-benar sudah terbebas dari masuknya udara ke dalam sistem atau sistem pemipaannya sudah terisolasi dari lingkungan sekitarnya.

Ada tiga cara yang dapat dilakukan untuk memeriksa kebocoran, yaitu (1) vacuum test, dan (2) pressure test. Pemeriksaan kebocoran dengan menggunakan cara "vacuum test" dilakukan dengan melakukan proses evaluasi dengan menggunakan vacuum pump, hingga tekanan di dalam sistem mencapai -30 inHg atau -1atm dan dibiarkan beberapa waktu. Jika jarum atau angka tidak bergerak dari titik vakum terendah, maka dapat dipastikan tidak ada kebocoran dalam sistem. Pemeriksaan kebocoran dengan pressure test dilakukan dengan memasukkan gas nitrogen (N20 ke dalam sistem hingga mencapai tekanan kira-kira 150 psi atau ada juga yang memberi tekanan lebih kurang 10% dari batas tekanan kerja maksimumnya. Biasanya pada pressure test dilakukan pemeriksaan kebocoran secara bubble test, yakni dengan memberikan busa sabun pada setiap sambungan, baik sambungan dengan flaring kit atau sambungan yang dilakukan melalui brazing. Jika timbul gelembung udara, maka terdapat kebocoran pada titik tersebut.

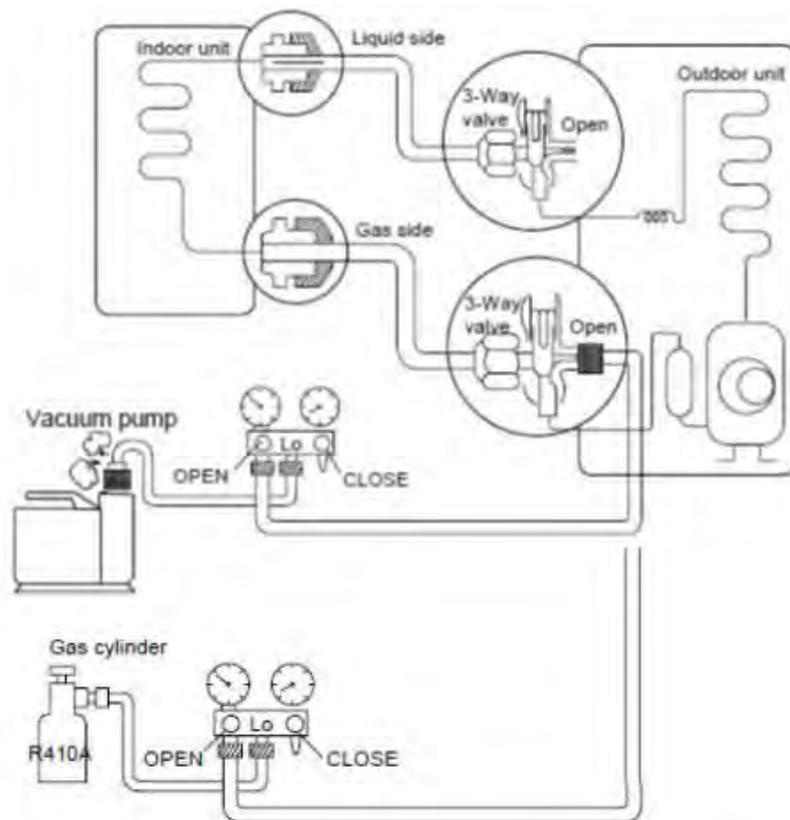
Bocor pada sistem pemipaan refrigerasi merupakan penyebab gangguan yang dapat menggagalkan kerja sistem dan yang paling banyak dialami oleh unit refrigerasi/AC. Tanpa menghiraukan bagaimana dan penyebab terjadinya kebocoran pada sistem, yang sudah pasti, adalah bahaya yang dapat timbul yang disebabkan oleh bocornya unit refrigerasi/ac, yaitu :

a. Hilangnya sebagian atau bahkan mungkin seluruh isi refrigeran charge.

b. Memungkinkan udara dan uap air masuk ke dalam sistem pemipaan refrigerasi.

Udara dan uap air merupakan gas kontaminan yang sangat serius dan merupakan barang haram yang sangat berbahaya Sebab disamping dapat mencemari kemurnian oli refrigeran juga berkontribusi terhadap timbulnya lumpur dan korosi. Dilain pihak uap air yang ada di dalam sistem dapat menjadi beku atau freeze-up pada saat

mencapai katub ekspansi. Oleh karena adanya kebocoran harus dapat dideteksi secara dini.

Lembar Kerja 1.2: Rancanglah sebuah proyek untuk melakukan pemeriksaan kebocoran pada suatu unit tata udara untuk keperluan domestik. Diskusikan dengan teman sekelompok untuk menghasilkan sebuah disain proyek yang lengkap dan terinci kegiatannya. Tahapan kegiatan dalam rancangan proyek yang kalian buat harus jelas mulai persiapan, pelaksanaan, dan hasil akhirnya. Setelah selsai presentasikan di kelas. Sebagai pembuka akal amati gambar A berikut ini:

Gambar A

2. Pemeriksaan Tekanan kondensasi

Bila gas refrigeran didinginkan maka akan terjadi perubahan wujud atau kondensasi ke bentuk liquid. Tetapi yang perlu mendapat perhatian kita adalah titik

suhu embun atau kondensasi gas refrigeran tersebut juga ditentukan oleh tekanan gasnya.

Pada sistem kompresi gas, maka gas refrigeran dari sisi hisap dikompresi hingga mencapai tekanan discharge pada titik tertentu dengan tujuan bahwa gas panas lanjut (superheat) tersebut dapat mencapai titik embunnya dengan pengaruh suhu ambien di sekitarnya. Misalnya almari es. Untuk sistem yang berskala besar maka untuk mendinginkan gas superheat ini digunakan air atau campuran air dan udara paksa.

Gas refrigeran yang keluar dari sisi tekan kompresor disalurkan ke kondenser. Gas tersebut mempunyai suhu dan tekanan tinggi dalam kondisi superheat. Selanjutnya saat berada di kondenser gas panas lanjut tersebut mengalami penurunan suhu akibat adanya perbedaan suhu antara gas dan medium lain yang ada disekitarnya, yang dapat berupa udara atau air. Penurunan suhu gas refrigeran tersebut diatur sampai mencapai titik embunnya. Akibatnya refrigerannya akan merubah bentuk dari gas menjadi liquid yang masih bertekanan tinggi.

Dari pengalaman, agar diperoleh performa yang optimal dari mesin refrigerasi kompresi gas yang digunakan pada unit tata udara dengan R22 maka suhu kondensasinya diatur agar mempunyai harga 14 sampai 17 derajad celsius di atas suhu ambien, tergantung dari suhu evaporasinya.

Tabel 1.1 memperlihatkan penentuan tekanan kondensasi untuk berbagai kondisi suhu evaporasi.

Tabel 1.1 Patokan Penentuan Suhu Kondensasi

Suhu Evaporasi	Suhu Kondensasi (Air Cooled Condenser)	Suhu Kondensasi (Water Cooled Condenser)
- 4 sampai - 9	Suhu ambien + 14 ^{0}C	Suhu air + 11 ^{0}C
di atas - 3	Suhu ambien + 17 ^{0}C	Suhu air + 14 ^{0}C

Berdasarkan patokan di atas, maka suhu dan tekanan kondensasi dapat ditentukan dengan cepat dan akurat.

Contoh :

Suatu unit tata udara dengan R-22, mempunyai suhu evaporasi -6^0C. Suhu ambiennya 28^0C. Maka berdasarkan tabel 1.1, suhu kondensasinya harus dapat mencapai 28^0C + 14 ^{0}C = 42^0C. Sehingga tekanan kondensasinya harus dapat mencapai 17 barg.

Formula :

Suhu Kondensasi = suhu ambien + beda suhu yang diijinkan

Tugas Praktek

Pemeriksaan Tekanan Kondensing

Petunjuk:

1. Siapkan alat & bahan yang diperlukan
2. Periksa service manifold, kalibrasi posisi jarum pada angka nol.

3. Periksa pula peralatan lainnya.
4. Ikuti prosedur yang berlaku

Alat & Bahan

5. Service Manifold
6. Ratchet spanner
7. Kunci Pas
8. Thermometer
9. Unit AC (AC Split atau AC Window)

Prosedur

1. Jalankan unit AC
2. Setelah 20 menit, amati data pengukuran dan isi data sesuai nilai yang diperoleh.
3. Lakukan analisa data sesuai prosedur
4. Buat kesimpulan akhir tentang kondisi tekanan kondensing. Hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut

- Bila suhu kondesing hasil pengukuran sama dengan hasil analisis teoritis berarti sistemnya normal.
- Bila suhu kondesing hasil pengukuran lebih kecil daripada hasil analisis teoritis berarti sistemnya mengalami over condensing
- Bila suhu kondesing hasil pengukuran lebih besar daripada hasil analisis teoritis berarti sistemnya mengalami under condensing

Data Pengukuran:

No	Parameter Yang diamati	Hasil pengukuran
1	Jenis refrigeran yang digunakan	
2	Sistem Pendinginan Kondenser	

3	Suhu udara sekeliling (Untuk Air Cooled)	
4	Suhu air masuk kondenser (Untuk water Cooled)	
5	Suhu air keluar kondenser (Untuk water Cooled)	
6	Suhu Evaporasi	
7	Tekanan Evaporasi	
8	Suhu kondensasi	
9	Tekanan Kondensasi	

Analisa Data

Suhu Evaporasi : ………………………………

Kenaikan suhu kondenser : ………………………………

Suhu kondesing ideal: ………………………………

Tekanan kondesing ideal : ………………………………

Kesimpulan :

Tekanan kondesing Sistem Refrigerasi : (Pilih salah satu)

1.Over Condensing

2.Under Condensing

3.Normal atau Optimal

3. Pemeriksaan COP

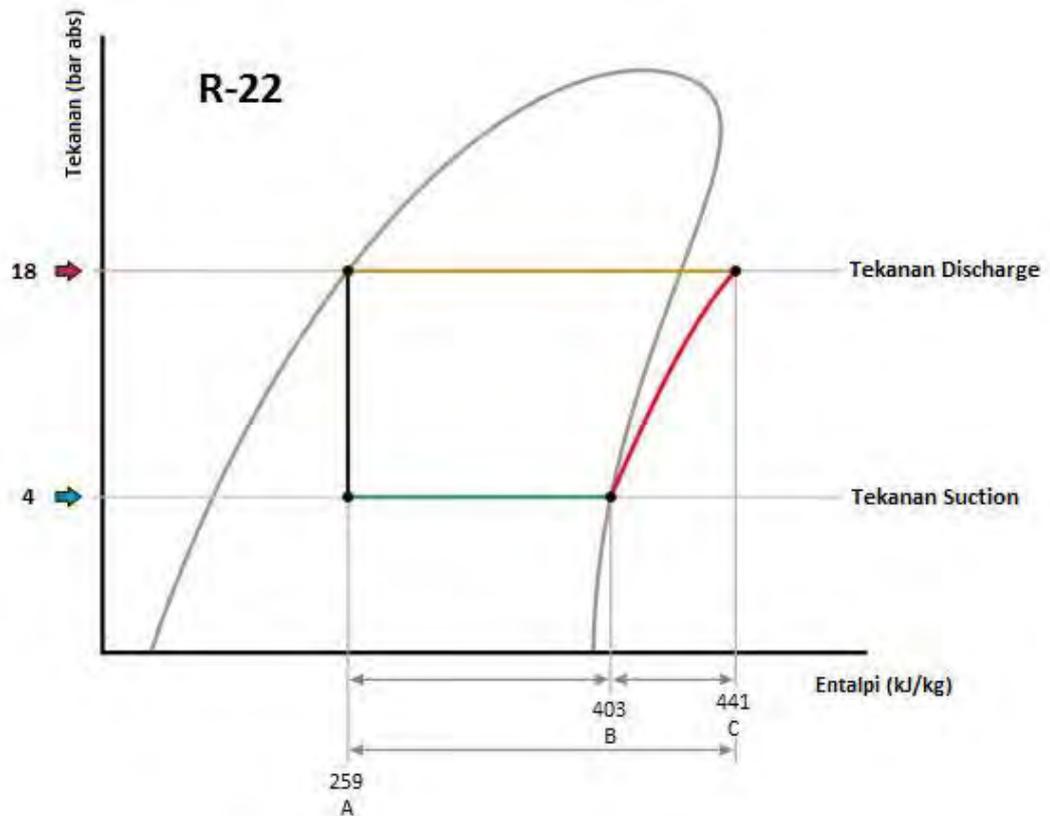
Kualitas unjuk kerja suatu sistem refrijerasi dapat dinyatakan dengan suatu angka hasil perbandingan antara energi yang diserap dari udara ruang dan energi yang digunakan untuk mengkompresi gas di kompresor. Perbandingan kedua energi tersebut lazim disebut sebagai Koefisien unjuk kerja dari siklus refrijerasi atau Coefficient of performance (cop).

$$COP = \frac{\text{Efek Refrigerasi}}{\text{Efek Kompresi}}$$

Untuk memperjelas permasalahannya, berikut ini disampaikan hasil pemetaan pemeriksaan fungsi dan performansi satu unit tata udara dengan refrijera R-22.

Contoh kasus:
Laporan komisining pasaca pemasangan unit tata udara memberikan data sebagai berikut:

- Jenis Refrijeran : R22
- Suhu Ambien : 30^{o}C
- Tekanan suction : 4 bar absolut
- Tekanan discharge : 18 bar absolut
- Suhu saturasi evaporasi : -6,5 ^{o}C
- Suhu saturasi kondensasi : 46,7 ^{o}C
- Nilai derajat superheat pada sisi Suction : 0K

Jika data tersebut dipetakan pada digaram Mollier atau PH-diagram diperoleh siklus seperti diperlihatkan dalam Gambar 1.13

Gambar 1.3 Pemetaan Siklus Refrijerasi Unit Tata Udara

Dari hasil pemetaan pada PH-diagram diketahui nilai entalpi sebagi berikut:

1. Refrijeran saturasi tekanan rendah yang akan dishisap kompresor (B) = 403 kJ/kg.
2. Refrijeran gas superheat tekanan tinggi (C) – 441 kJ/kg.
3. Refrijeran saturasi tekanan tinggi masuk ke pipa kapiler (A) = 259 kJ/kg
4. Refrijeran saturasi di evaporator tekanan rendah (A) = 259 kJ/kg

Dari data entalpi tersebut diperoleh nilai COP (aktual) sebagai berikut:

COP (aktua) = efek refijerasi / efek kompresi

= (403 – 259) / (441 – 403)

= 4,9

B. Kegiatan Belajar 2

Menentukan Gangguan Mekanik pada Unit Tata Udara

Seperti halnya Unit refrigerator dan freezer, unit tata udara untuk keperluan domestik juga didisain dari sistem kompresi gas. Kalian juga sudah tahu, bahwa sistem kompresi gas merupakan mesin penukar kalor yang performansinya sangat tergantung kondisi eksternal maupun kondisi internal sistemnya. Kondisi eksternal dapat mengganggu fungsi dan performansi unit tata udara. Pemahaman akan kondisi internal dan kondisi eksternal yang dapat mengganngu fungsi dan performansi unit tata udara menjadi suatu hal yang sangat penting.

Masalah nyata yang dihadapi oleh personil atau teknisi yang terjun di dunia tata udara, antara lain perencanaan atau desain, pemasangan atau instalasi, dan pemeliharaan. Seperti kalian telah ketahui, aplikasi tata udara telah merambah di banyak bidang usaha, mulai dari rumah tinggal, perkantora dan urusan bisnis lainnya hingga ke pasar ritel, restoran, hotel dan industri lainnya yang berkaitan dengan kenyamanan dan proses produksi. Sesuai dengan fungsinya, ada banyak jenis dan tipe yang tersedia di pasaran untuk memenuhi kebutuhan domestik, misalnya sistem paket, sistem split, sistem portable dan sistem free standing air conditioner.

Gambar 2.1 Unit Tata Udara Domestik

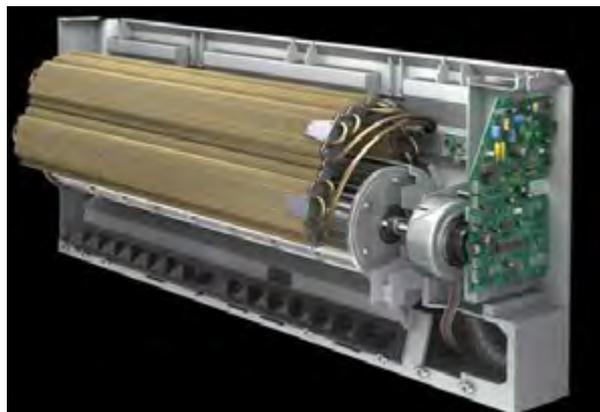
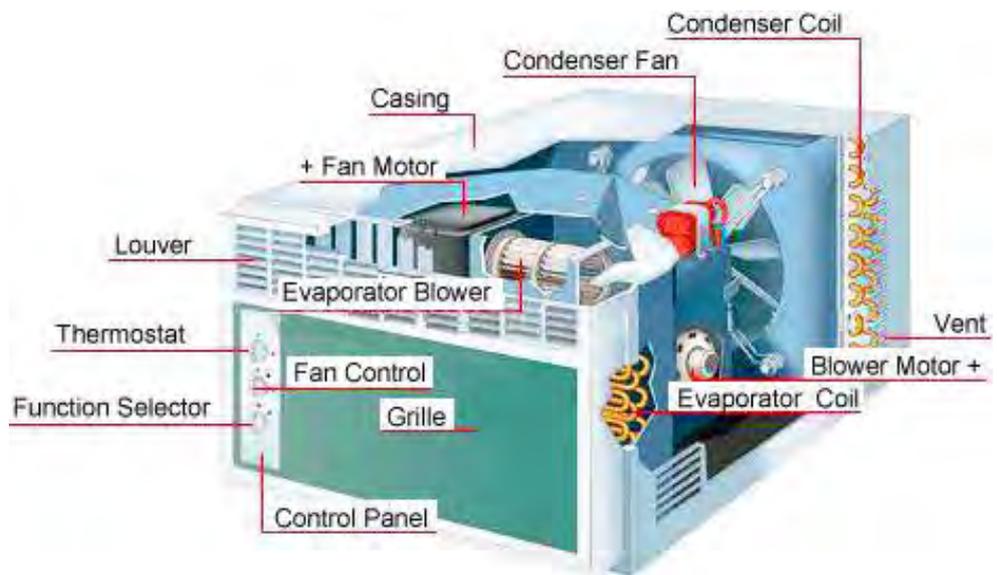
Lembar Kerja 2.1: Fungsi dan Performansi Komponen Unit Tata Udara

Unit tata udara domestik atau resedintal air conditioner yang beredar di Indonesia, merupakan peralatan utama yang digunakan untuk keperluan kenyamanan tubuh melalui proses pendinginan. Di pasaran tersedia banyak tipe unit tata udara untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Gambar 2.1 memperlihatkan berbagai jenis unit tata udara untuk keperluan domestik.

Dilihat dari cara pemasangan instalasinya, unit tata udara domestik diklasifikasikan dalam dua tipe, yaitu stationer dan portable.Dan dilihat dari konfigurasi komponen utamanya, dibedakan menjadi dua, yaitu sistem paket dan sistem split. Pada unit paket semua komponen utama terletak dalam satu paket kontainer yang kompak, misalnya AC Window. Pada unit split, komponen utama terbagi dalam dua kontainer, yaitu unit in door yang terdiri dari fan dan koil evaporator, unit out door yang terdiri dari kompresor, kondenser, dan pipa kapiler. Dilihat dari cara penempatan unit in door, AC split dapat dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu wall unit yakni pemasangannya di dinding, ceiling unit yakni pemasangan di langitla-ngit, dan free standing, ditempatkan di lantai.

Masalah yang harus kalian selesaikan terkait dengan fungsi dan performansi komponen unit tata udara domestik. Kalian harus mampu memperjelas masalah tersebut melalui laporan tertulis yang harus kalian selesaikan secara kelmpok. Paparan kalian harus mencakupi apa?, bagaimana?, dan mengapa?. Untuk itu, lakukan pengamatan secara berkelompok baik melalui pembacaan buku atau literatur, atau gunakan cara lain yang menurut kalian dapat membantu mendapatkan informasi yang lebih akurat. Setelah itu diskusikan dalam kelompok kalian masing-masing, bagaimana membuat laporan secara tertulis yang memenuhi persyaratan karya tulis ilmiah.

Untuk membuka ingatan dan memicu munculnya gagasan hebat kalian berikut ini disampaikan beberapa gambar (Gambar 2.2 dan Gambar 2.3) yang relevan dengan permasalahan yang harus kalian selesaikan.

Gambar 2.2 Berbagai Jenis Unit Tata Udara Domestik

Gambar 2.3 Komponen Unit Tata Udara Domestik

1. Prinsip Umum

Pada hakekatnya sistem tata udara merupakan sistem refrigerasi. Untuk memperoleh sistem refrigerasi hermetik mampu bekerja secara efisien, maka segala bentuk kontaminantor, misalnya: uap air (*moisture*), *non-condensable gases* dan kotoran lainnya harus dijaga agar tidak masuk ke dalam sistem atau berada pada tingkat yang serendah mungkin. Pada perakitan mesin baru maka persyaratan tersebut di atas dapat dipenuhi dengan lebih mudah karena memang kondisi mesin yang baru berbeda dengan kondisi mesin yang sudah dipakai lama disamping itu fasilitas bengkel dan kondisi kerjanya lebih bagus. Tetapi lain ceritanya pada kasus kerusakan mesin refrigerasi, karena kerusakan yang terjadi pada mesin refrigerasi seringkali menimbulkan proses kimiawi di dalam sistem yang tidak menguntungkan. Bahkan kadangkala dapat menimbulkan kontaminasi.

Oleh karena itu agar pekerjaan perawatan dan perbaikan dapat berhasil dengan baik maka diperlukan pengetahuan mendalam tentang peralatan yang sedang ditangani berikut berbagai gangguan dan kondisi yang dapat merusak sistem sebelum melakukan pekerjaan perbaikan yang sebenarnya. Dalam hal in diperlukan pengetahuan dan keterampilan untuk melakukan pekerjaan pelacakan ganguan atau *trouble shooting*. Untuk menunjang keberhasilan pekerjaan repair maka harus tersedia pula berbagai peralatan tangan (*tools*) dan alat ukur yang relevan dan diperlukan pula pengetahuan/keterampilan untuk menggunakannya.

Sebelum memulai pekerjaan perbaikan maka diperlukan pekerjaan investigasi yang menyeluruh dan teliti. Jangan keburu-buru melepas kompresor dari sistem bila belum diketahui secara pasti bahwa kompresor telah rusak. Kerusakan kompresor dapat terjadi pada sistem mekaniknya dan sistem elektrikalnya. Kerusakan mekanik pada umumnya terjadi karena katub kompresor lemah sehingga bocor. Kerusakan pada sistem elektrik dapat terjadi karena kumparan motor terbakar, relay starting rusak, thermostat rusak, *internal protector* rusak dan kerusakan pada tranformatornya.

Kerusakan kompresor dapat timbul karena sistemnya telah terkontaminasi dengan air atau uap air dalam waktu yang relatif lama. Untuk memastikan terjadinya

kontaminasi maka perlu diadakan pemeriksaan pelumas (oli refrigeran) secara teliti dengan prosedur standard ang berlaku, yaitu menguji kemurnian lubricant dengan mengunakan "*Clean Test Tube*".

2. Kontaminasi Uap Air

Uap air atau moisture merupakan musuh utama unit tata udara. Masuknya uap air ke dalam sistem pemipaan unit tata udara dapat disebabkan oleh pekerjaan perakitan atau perbaikan yang tidak bagus. Uap air yang masuk ke dalam sistem akan bercampur dengan refrigerant dan oli refrijeran (lubrikan). Selanjutnya bila ketiga bahan tersebut bercampur dan medapat pemanasan maka akan menghasilkan senyawa acid yang sangat korosif.

Kotaminasi sistem dapat dibedakan dalam dua kelompok, yaitu: Kontaminasi Ringan dan Kontaminasi Berat. Pada kontaminasi ringan sistem refrigerasinya masih dapat menimbulkan efek pendiginan walaupun tidak optimal. Pada kontaminasi berat maka sistemnya sama sekali tidak dapat bekerja.

Kontaminasi Ringan

Gejala yang timbul:

Proses pendinginan sering berhenti yang disebabkan oleh adanya formasi es di dalam pipa kapiler. Cara yang paling sederhana adalah memberikan pemanasan pada filter dryer, maka formasi es akan mencair dan proses pendinginan dapat berjalan lagi. Tetapi sewaktu-waktu dapat terjadi lagi formasi es di pipa kapiler.

Penyebab:

Pekerjaan perakitan dan perbaikan unit tata udara yang tidak bagus sehingga uap air masuk ke dalam sistem pemipaan unit tata udara.

Prosedur perbaikan:

(1) Buka sistem pemipaan unit tata udara dengan membuang refrigeran melalui adjustable line tap valve atau sering disebut juga sebagai process

tube atau melaui outlet filter dryer. Hal ini akan memperoleh hasil yang terbaik bila kompresor dalam kondisi panas karena uap air yang menempel pada isolasi belitan motor dapat dengan mudah dikeluarkan.

(2) Bila semua refrigeran telah dapat dikeluarkan, masukkan nitrogen (N2) kering ke dalam sistem.melalui proses tube. Nitrogen akan mengalir dari kompresor via saluran suction meuju ke evaporator, pipa kapiler, kondenser dan akhirnya keluar melalui filter dryer outlet.

(3) Lepas filter dryer dan process tube dan ganti filter dryer yang memiliki kapasitas agak sedikit lebih besar.

(4) Lakukan evakuasi dan dehidrasi dengan benar dan kemudian masukkan refrigerant dengan jumlah yang benar hingga sistem refrigerasinya bekerja dengan optimal

Kontaminasi Berat

Gejala yang timbul:

Tidak terjadi proses pendinginan sama sekali dan tekanan pada sisi discharge sangat rendah.

Penyebab:

Sistem pemipaan unit tata udara mengalami kebocoran pada bagian tertentu Keadaannya akan lebih parah lagi bila kompresornya terus bekerja dalam kondisi bocor karena moisture akan masuk ke kompresor, dryer dan komponen lainya. Sehingga perbaikannya yang normal mengharuskan penggantian kompresor dan dryer.

Prosedur:

(i) Buang refrigeran dan lepas dryer serta kompresornya.

(ii) Bilas sistem pemipaan unit tata udara dengan menggunakan gas nitrogen kering.

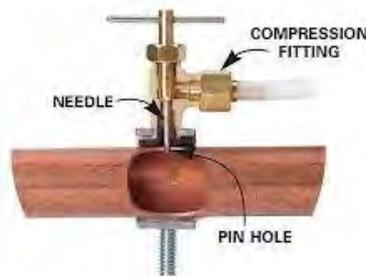
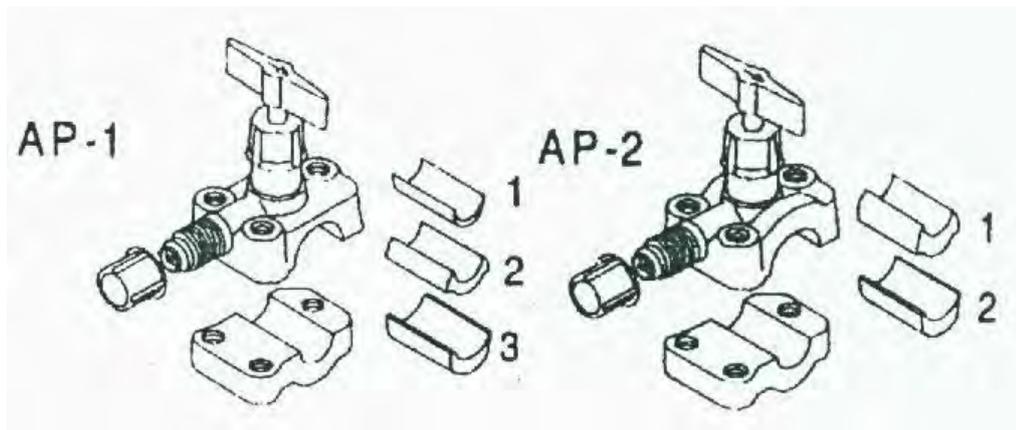
(iii) Pasang dryer yang baru

(iv) Bilas lagi dengan nitrogen kering

(v) Lakukan evakuasi melalui saluran suction dan discharge.

(vi) Bilas kembali dengan nitrogen kering

(vii) Pasang kompresor baru, evakuasi/dehidrasi dan charging

(viii) Testing dan komisioning

Gambar 2.4 tipikal Adjustable Line Tap Valve

Adjustable line Tap Valve

Dalam pekerjaan perawatan dan perbaikan unit tat udara kadangkala kita dihadapkan pada suatu keadaan yang pelik misalnya kita akan mengukur tekanan kerja unit tata udara (AC Split atau AC window) atau kita akan membuang refrigeran yang ada di dalam sistem tetapi pada unit tat udara tersebut tidak ada service valve yang dapat kita pakai untuk keperluan itu. Kondisi tersebut dapat diatasi bila kita mempunyai alat bantu spesial yang disebut: Adjustable line Tap Valve. Adjustable Line Tap Valve adalah alat khusus yang dapat digunakan untuk keperluan testing tekanan, charging atau discharging.

Sesuai dengan namanya ukuran valve ini dapat disesuaikan dengan ukuran pipa yang digunakan pada sistemnya. Untuk jenis AP-1 dapat digunakan untuk pipa yang

berukuran 3/16 inchi, ¼ inchi, 5/16 inchi dan 3/8 inchi. Sedang jenis AP-2 untuk pipa 3/8 inchi, ½ inchi dan 5/8 inchi.

Penggunaan Katub:

- Putar berlawanan arah jarum jam kran hingga berhenti
- Pasang tap valve pada saluran atau pipa yang akan dideteksi dan kencangkan baut-baut pengikatnya.
- Putar kran searah jarum jam hingga berhenti (stop). Hal ini jarum kartub telah membuat lubang pada pipanya.
- Untuk membuka katub dilakukan dengan memutar kran 3 – 4 putaran berlawanan arah jarum jam.
- Untuk menutup katub, putar kran searah jarum jam.

Pencemaran Asam pada Oli Refrijeran

Seperti kalian ketahui bahwa oli refrijeran pada sistem refrigerasi mempunyai peran yang sangat menentukan terhadap operasi sistem refrigerasi. Oli refrijeran yang sudah tercemar harus diganti dengan yang baru. Pencemaran oli diakibatkan timbulnya senyawa *acidic* atau keasaman dalam oli karena adanya reaksi kimia antara oli, refrigeran, uap air dan efek pemanasan. Oli yang sudah tercemar oleh acid (asam) tidak dapat digunakan lagi karena karakteristiknya sudah berubah. Untuk kompresor yang sudah tua sebaiknya dilakukan *test acidic* untuk memastikan kualitas oli lubrikannya. Untuk mengji tingkat keasaman *lubricant* dapat digunakan suatu *liquid tester* yang disebut *"Isotron" test kid*. Pungujian dengan isotron test kid dilakukan berdasarkan perubahan warna olinya.

Uap air di dalam sistem refrijerasi akan cenderung membeku ketika berada pada daerah katub ekspansi. Hal tersebut dapat membuat buntu datau buntu sebagian pada katub ekspansi. Diamping itu, keberadaan uap air di dalam refrijeran pada daerah suhu tinggi juga dapat menimbulkan asam yang bersifat merusak. Adanya unsur asam pada refrijeran menimbulkan karat, korosi, atau lumpur oli, yang dapat menyebabkan motor kompresor hermetik terbakar.

Adany uap air di dalam sistem refrijerasi dapat ditentukan dengan mudah dengan memasang moisture indicator pada saluran likuid. Piranti moisture indicator yang ada

pada sight glass yang terpasang pada saluran likuid akan berubah warna sesuai dengan tingkat kontaminasinya.

Kalian tidak akan dapat membuang seluruh uap air yang terjebak di dalam sistem refrijerasi pada saat melakukan instalasi pemipaan. Tetapi ketika sedang melakukan perawatan atau perbaikan atau pemipaan refrijerasi, harus diusahakan masuknya uap air ke dalam sistem serendah mungkin.

Pabrikan refrijeran ketika mengemas refrijeran yang akan dipasarkan memastikan refrijerannya bebas dari uap air. Tingkat kandungan uap air minimal yang diijinkan tidak boleh lebih dari lima ppm (parts per million).

Untuk mengganti oli maka oli lama dikeluarkan melalui saluran suction hingga habis. Pengisian oli ke dalam sistem dapat dilakukan dengan menggunakan alat khusus yang disebut: *dosing syringe* atau dimasukkan dengan cara mengevakuasi kompresor terlebih dahulu.

3. Udara di dalam Sistem

Gejala yang Timbul:

Efek pendinginan kurang. Unit tata udara sering hidup-mati (beroperasi secara intermitent). Tekanan kerja unit tata udara di atas normal.

Penyebab:

Pekerjaan perakitan dan perbaikan unit tata udara yang tidak bagus sehingga udara kering masuk ke dalam sistem pemipaan unit tata udara. Udara kering merupakan non-condensable gas yakni tidak dapat berubah fasa dari gas ke likuid. Oleh karena itu udara kering hanya terkumpul di saluran discharge yang menyebabkan tekanan discharge menjadi naik di atas normal.

Prosedur perbaikan:

Karena udara kering hanya terkumpul di saluran discharge, maka cara mengatasi masalah ini adalah membuang udara kering yang terjebak di saluran discharge. Jika pada kompresor dilengkapi dengan service valve, maka udara kering dapat dikeluarkan dengan mengatur posisi service ke posisi crack selama 30 detik. Udara kering akan keluar bersama dengan refrijerannya. Ulangi sampai tiga kali, biasanya udara kering yang terjebak di saluran discharge sudah dapat keluar.

4. Lost Charge

Gejala yang timbul:

Efek pendinginan kurang. Tekanan kerja sistem refrigerasi di bawah normal. Jumlah isi refrigeran yang dimasukkan ke dalam sistem dapat berpengaruh terhadap performansi unit tata udara. Terlebih lagi pada sistem yang menggunakan pipa kapiler maka refrigerant charge merupakan suatu hal yang tidak dapat ditawar-tawar atau tidak ada toleransi. Bila isi refrigeran kurang dari harga nominalnya dapat menyebabkan performansi unit tata udara tidak optimal artinya sistem pendinginanya kurang. Untuk mendeteksi gangguan semacam ini perlu dilakukan identifikasi dan diagnosis yang hati-hati dan teliti. Karena gejala yang ditimbulkan hampir sama dengan gangguan buntu pada pipa kapiler akibat adanya formasi es atau kotoran lainnya. Isi refrigeran yang kurang mengakibatkan kompresornya bekerja lebih lama karena setting suhu thermostatnya mungkin tidak pernah tercapai. Tidak akan terjadi bunga es di coil evaporator. Bunga es hanya terjadi di saluran masuk evaporator. Kompresor bekerja pada tekanan di bawah normal sehingga konsumsi daya yang diambilnya juga rendah. Untuk unit AC split, kurang isi ditandai dengan timbulnya bunga es di saluran likuid (pipa yang lebih kecil diameternya).

Penyebab:

Lost charge atau kurang isi dapat disebabkan adanya kebocoran di salah satu bagian komponen pemipaan unit tata udara.

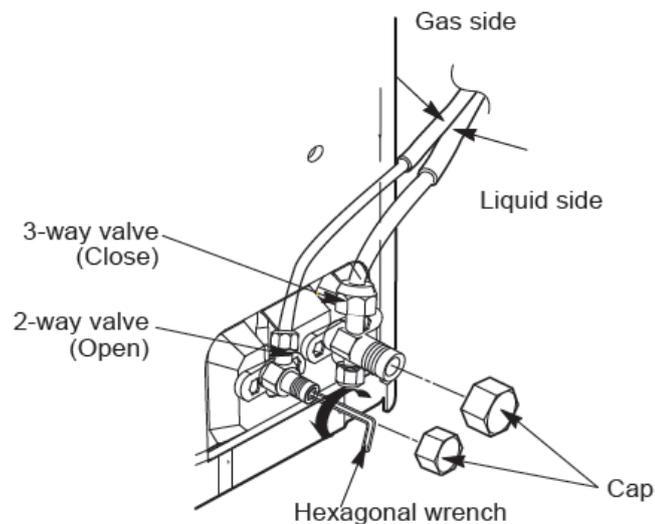
Prosedur:

(i) Tentukan jenis gangguan yang timbul

(ii) Gunakan refrigerant untuk menaikkan tekanan kerja sistem dan lakukan tes kebocoran.

(iii) Bila lokasi bocor ketemu, buang refrigerant dan bilas dengan nitrogen

(iv) Perbaiki tempat yang bocor, dan ganti filter dryer

(v) Evakuasi/dehidrasi, charging dan kemudian testing.

5. Kompresi Kurang Optimal

Gangguan kurang optimalnya kompresi kompresor kadangkala agak membingungkan, karnea gejala yang ditimbulkannya mirip dengan gangguan lost charge. Tekanan kerja unit tata udara pada sisi tekanan tinggi dan tekanan rendah di bawah normal. Proses pendinginan tidak ada. Ketika ditambahkan refrijeran tekanan discharge tidak dapat naik atau tetap. Jika kompresor hermetik mengalami penurunan daya kompresi akibat gangguan pada katubnya, maka cara yang paling tepat adalah mengganti kompresor. Tetapi untuk memastikan gangguan terjadi karena inefisiensi kompresi, maka perlu dilakukan pemeriksaan efisiensi kompresi.

6. Kompresor Terbakar

Kerusakan yang diangap paling parah dan mahal adalah terbakarnya gulungan motor kompresor. Gulungan motor kompresor dapat terbakar bila suhu di dalam kompresor hermetik terus meningkat dan isolasi gulungan motor memikul suhu kritis dalam waktu yang lama. Kondisi ini dapat disebabkan oleh berbagai hal, misalnya: ventilasi jelek, condenser terkontaminasi dengan kotoran dan tegangan lisrik yang tidak normal. Ganguan "Lost charge" dapat juga menimbulkan efek yang sama. Mengapa overload protector tidak dapat mengamankan kondisi tersebut?

Bila isolasi gulungan motor rusak maka akan menimbulkan kenaikan suhu akibat adanya hubungan singkat pada gulungan motor. Kenaikan suhu pada kompresor tersebut dapat menimbulkan decomposition atau perubahan komposisi pada lubricantnya dan juga pada refrigerantnya. Decomposition ini menghasilkan partikel-partikel decomposed yang akan ikut tersirkulasi di dalam sistem sehingga dapat menimbulkan kontaminasi sistem refrigerasinya. Decomposition refrigeran menghasilkan asam hidrofluorik dan asam hidoklorik.

Metoda Pembilasan Peralatan Refrigerasi

1) Yakinkan motor kompresor telah terbakar.
2) Keluarkan refrigeran dari dalam peralatan refrigerasi tersebut.
3) Lepaskan kompresor dan filter dryer dari sistem.
4) Bilas sistem pemipaannya dengan R113
5) Kemudian keringkan sistem pemipaannya dengan menyalurkan nitrogen kering.
6) Pasang kompresor baru dan filter dryer baru.
7) Evakuasi/dehidrasi, charging dan testing.

7. Ice Blocked

Akumulasi bunga es cenderung terjadi di permukaan koi evaporator karena suhu permukaan koil evaporator di bawah suhu dew point temperature. Jika akumulasi bunga es di permukaan koil evaporator terlalu banyak, maka akan dapat menghambat

proses tranfer panas di evaporator. Oleh karena itu pastikan permukaan koil evaporator terbebas dari akumlasi bunga es yang berlebihan.

8. Blocked Condenser

Karena kondensor diletakkan di luar ruang (outdoor), maka permukaan koil kondenser selalu berhubungan dengan udara luar yang kotor baik debu, kotoran lain dan serangga. Oleh karena itu permukaan koil kondenser cenderung kotor. Bila kotoran yang menempel pada permukaan koil kondenser tersebut semakin tebal maka akan dapat menimbulkan masalah terhadap siklus refrigeran di dalam unit tata udara karena proses penukaran kalor terganggu.

Seperti telah diketahui bahwa kondenser mempunyai tugas khusus yaitu membuang atau memindahkan kalor yang dikandung oleh gas refrigeran superheat akibat aksi kompresi oleh kompresor ke udara sekitarnya melalui permukaan dan fin coil kondenser. Bila proses perpindahan kalor ini berjalan lancar maka gas refrigeran tersebut akan mengalami kondensasi dan berubah wujud menjadi liquid refrigeran pada outlet kondenser. Tetapi bila permukaan kondenser tertutup oleh debu dan kotoran lain maka proses perpindahan kalor tersebut tidak akan berjalan lancar akibatnya proses kondensasi juga terhambat dalam hal ini masih ada tidak semua gas dapat berubah wujud menjadi liquid. Akibatnya efek pendinginannya juga berkurang.

Gejala yang dapat ditimbulkan oleh gangguan block condenser adalah efek pendinginan kurang, tekanan kondensing atau tekanan pada sisi discharge di atas normal, tekanan evaporating atau tekanan pada sisi suction di atas normal, arus yang

diambil oleh motor kompresor di atas normal dan overload protector untuk kompresor sering bekerja. Untuk mencegah terjadinya gangguan block condenser, maka perlu dilakukan pembersihan permukaan koil kondensor (cleaning) secara rutin. Jadwal pembersihan tergantung dari kondisi dan lingkungan setempat. Untuk daerah dengan tingkat polusi tinggi, seperti daerah pelabuhan, maka pembersihan kondenser harus dilakukan setiap tiga bulanan atau empat bulanan.

Permasalahan

1. Uraikan permasalahan yang dihadapi oleh kondenser!

   ....
   ....
   ....
   ....
   ....

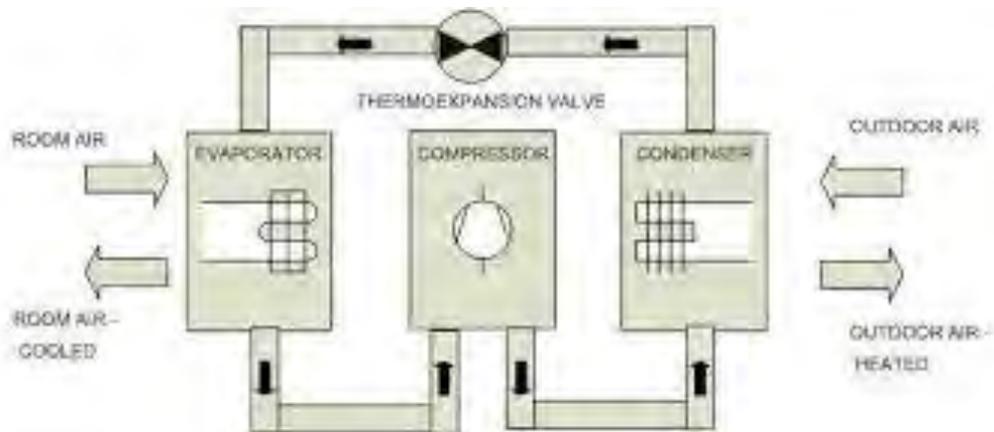
2. Uraikan permasalahan yang dihadapi oleh kompresor hermetik!

   ....
   ....
   ....
   ....
   ....
   ....

3. Uraikan permasalahan yang dihadapi oleh evaporator!

C. Kegiatan Belajar 3

Memelihara Alat Penukar Kalor

Berbicara tentang alat penukar kalor pada unit tata udara pasti akan menarik perhatian kalian. Alat penukar kalor utama pada unit tata udara terdapat pada kondensor dan eveporator. Gambar 3.1 berikut ini disajikan untuk menggali ingatan danminat kalian tentang proses pemindahan panas pada unit tata udara.

Gambar 3.1 Proses Penukaran Kalor pada Unit Tata Udara

Lembar Kerja 3.1. Diskusikan dengan teman sekelompok terkait dengan proses penukaran kalor yang berlangsung pada suatu unit tata udara, berdasarkan Gambar 3.1 di atas. Setelah selesai kalian harus mempresentasikan hasil kerja kalian di depan kelas. Paparan yang harus kalian sajikan harus sistematis dan ilmiah. Maksud sistematis di sini adalah harus sekeunsial mencakupi apa?, bagaimana?, dan Mengapa? Terkait dengan proese penukaran kalor pada unit tata udara. Maksud ilmiah di sini adalah harus berdasarkan referensi yang berlaku secara universal, bukan asumsi pribadi atau kelompok.

Gangguan pada alat penukar kalor pada suatu unit tata udara dapat terjadi bila unitnya tidak mendapat perawatan yang memadai. Untuk mencegah timbulnya gangguan tersebut maka setiap unit tata udara aaatau air conditioner unit harus mendapatkan perawatan yang memadai. Untuk itu ada tugas mulia yang menantikan ide dan gagasan kalian, sebagai berikut.

Lembar Kerja 3.2: Rencanakan sebuah proyek perawatan rutin unit tata udara untuk keperluan domestik. Seperti telah kalian ketahui, bahwa perawatan rutin pada unit tata udara merupakan keniscayaan yang tidak dapat ditinggalkan. Seperti proyek sebelumnya, perancanaan yang harus kalian siapkan mencakupi pekerjaan persiapan, pelaksanaan, dan pelaporan. Agar pekerjaan kalian merencanakan proyek ini dapat berhasil dengan sangat bagus (excellent), maka kalian harus mengumpulkan informasi yang terkait dengan proyek yang sedang kalian siapkan dari berbagai sumber. Banyak cara yang dapat kalian lakukan, misalnya mengamati pekerjaan perawatan yang dilakukan oleh para praktisi di dunia kerja, membaca buku atau artikel yang relevan, bertanya ke pakar atau expert. Buat perencanaan selengkap mungkin dan sebagus mungkin. Kalian pasti bisa. Selamat bekerja dan sukses.

Gambar 3.2 Kondisi Koil Kondensor Sangat Kotor

1. Merawat Alat Penukar Kalor

Seperti telah kalian ketahui, bahwa kondensor dan evaporator merupakan alat penukar kalor utama pada unit tata udara. Karena permukaan kondensor langsung berhubungan dengan udara luar (outdoor), maka kecenderungan kotor semakin besar dibandingkan dengan permukaan koil evaporator yang terletak di dalam ruang (indoor). Disamping itu koil evaporator dilengkapi dengan filter udara, sehingga permukaan koil evaporator relatif lebih bersih dari debu tetapi karena kondisi koil yang lembab seringkali muncul lumut di permukaan fin evaporator. Menjaga kebersihan permukaan koil evaporator dan kondensor merupakan salah satu kegiatan pemeliharaan rutin yang tidak boleh ditinggalkan. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menjaga kebersihan permukaan koil evaporator dan koil kondensor adalah dengan membersihkan permukaan koil evaporator dan kondensor dengan air (*cleaning)*.

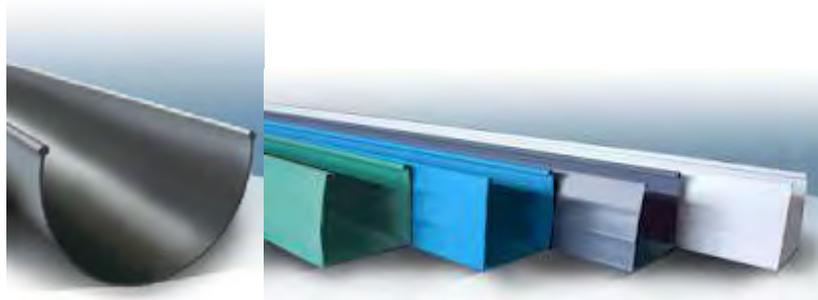
2. Peralatan yang Diperlukan

Cara mencuci permukaan koil evaporator dan kondensor dapat dilakukan dengan mudah bila peralatannya memadai. Peralatan yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan pencucian dan perawatan alat panukar kalor antara lain:

Gambar 3.3 Steam Water Pressure Washer

- Steam cold water pressure washer. Mesin ini berfungsi sebagai alat untuk mencuci indoor dan out door unit dengan air bertekanan tinggi (dapat

mencapai 120 bar) sehingga debu, dan kotoran lain yang menempel di permukaan fin dan koil evaporator dapat hilang atau terlepas.

- Talang Plastik. Fungsi dari talang plastik ini untuk menampung air pada saat kita mencuci unit indoor agar air tidak mengotori ruangan.

Gambar 3.4 Talang Air

- Service manifold. Service manifol digunakan untuk mengukur tekanan dan suhu refrijeran baik ketika mengisi refrijeran ke dalam unit atau ketika melakukan pemeriksaan fungsi dan performansi unit tata udara.

Gambar 3.5 Service Manifold

- Tang Ampere. digunakan untuk mengukur arus yang dikonsumsi oleh unit tata udara.

Gambar 3.6 Tang Ampermeter

- Kunci inggris 10" dan 12" masing-masing satu buah digunakan untuk mengencangkan flare nut. Kunci pas ukuran 8, 12 dan 13.

Gambar 3.7 Kunci Pas , Kunci Inggris

- Tangga lipat dari alumunium.

Gambar3.8 Tangga Aluminium

- Obeng plus dan minus berbagai ukuran.

Gambar 3.9 Obeng Plus dan Minus

- Kunci L set

Gambar 3.10 Kunci Allen

- Refrijeran R-22, dan R-410a

Gambar 3.11 R-22 dan R-410a

- Vacuum pump

Gambar 3.12 Vacuum Pump

- Pipe Cutter

Gambar 3.13 Pipe Cutter

- Palu besi

Gambar 3.14 Palu Besi

- Bor listrik. kalau bisa yang Drill Impact

Gambar 3.15 Bor Listrik (Impact drill)

- Alat flaring dan swagging

Gambar 3.16 Flaring dan Swaging Tool

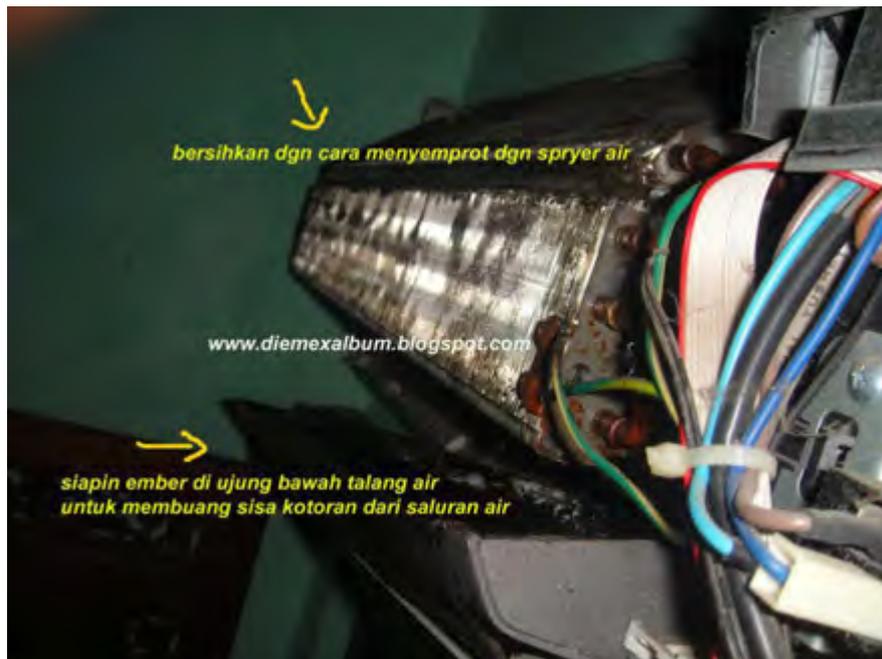
- Perangkat Las Acetilin

Gambar 3.17 Perangkat Las Acetilin

3. Prosedur Pencucian Alat Penukar Kalor

Pekerjaan pertama yang harus dilakukan secara rutin adalah mencuci koil evaporator berikut filter udaranya. Setelah selesai dilanjutkan dengan mencuci koil kondensor. Pekerjaan persiapan pertama yang harus dilakukan sebelum mencuci alat panukar kalor (koil evaporator dan koil kondensor), adalah memastikan bahwa unit tata udara yang akan dicuci sudah terbebaskan dari sumber tegangan bolak-balik 220 VAC. Ingat baik-baik bagaimana menjaga keselamatan kerja dari bahaya sengatan arus listrik.

Pekerjaan persiapan berikutnya yang harus dilakukan sebelum melakukan pencucian koil adalah mengamankan komponen dan sirkit lisrtik dari semprotan air. Tutup bagian sirkit listrik (PCB dan komponen listrik lainnya) dengan kantong plastik dengan baik, tidak boleh bocor. Jika sirkit listrik tersebut terkena semprotan air, bisa berakibat fatal, unit tata udara tidak akan dapat dijalankan. Untuk itu buka tutup unit indoor, kemudian pasang terpal sedemikian sehingga terpal dapat menggantung/terikat dibawah sisi indoor unit. Jangan lupa pasang plastik dibagian atas indoor unit, dan kantung plastik untuk menutupi bagian komponen indoor unit. Kemudian bersihkan seluruh permukaan evaporator dan saluran air kondensat dengan mesin steam jet. Lakukan penyemprotan pada evaporator bagian atas dulu, lalu turun kebagian bawah dan lakukan berulang-ulang sampai evaporator bersih dari kotoran dan lumut. Jika kalian ragu-ragu bagaimana cara membukanya, silahkan pelajari dengan seksama buku petunjuk atau buku manualnya. Jangan mencoba-coba atau melepas dengan paksa karena dapat merusak tutupnya.

Bila lubang selang pembuangan air dialihkan kesebelah kanan, semprot lubang pembuangan air sampai lumut yg berada pada selang pembuangan air keluar semua. Tapi bila lubang pembuangan air berada disebelah kanan dekat komponen pcb, hati-hati menyemprotnya karena semprotan air dapat mengenai komponen pcb. Untuk itu pergunakan selang yg panjangnya 50 cm yg diameternya lebih kecil dari lubang pembuangan air, agar selang dapat masuk ke lubang pembuangan air dan semprotkan selang tersebut agar kotoran/lumut yg berada pada selang pembuangan air dapat dibersihkan/dikeluarkan.

Gambar 3.18 Indoor Unit

Setelah bagian evaporator dibersihkan, beralih kebagian blower yg berada dibawah evaporator, lakukan penyemprotan sampai air yg mengalir keluar melalui plastik talang menjadi bening/bersih. Lakukan lagi penyemprotan pada bagian evaporator dan bagian blower sampai benar-benar indoor unit menjadi bersih. Setelah penyemprotan indoor telah selesai dilakukan, lap bagian bawah sisi indoor unit dengan kain kering, lalu lepaskan plastik talang dan kantung plastik pada komponen indoor unit. Bersihkan tutup indoor unit beserta filternya, bila sudah dibersihkan lap

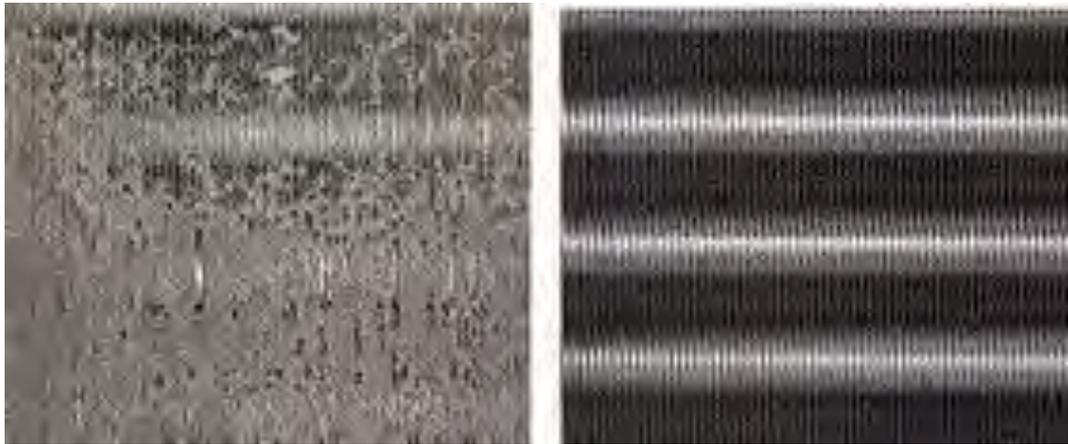
tutup dan filter indoor unit sampai benar-benar kering, khususnya bagian yg menutupi komponen pcb.

Pasang kembali tutup indoor unit dan jangan lupa pasang kembali bautnya. Setelah penyemprotan pada indoor unit telah selesai, beralih kebagian outdoor unit, dibagian ini tidak diperlukan plastik talang atau kantung plastik.semprotkan bagian condenser yg dipenuhi oleh debu, cuci outdoor sampai bersih. Setelah penyemprotan/pembersihan pada outdoor selesai dilakukan, operasikan ac split, keringkan air yg keluar dari bagian blower ketika AC dioperasikan.

Setelah bagian evaporator dibersihkan, beralih kebagian blower yg berada dibawah evaporator, lakukan penyemprotan sampai air yg mengalir keluar melalui terpal menjadi bening/bersih. Lakukan lagi penyemprotan pada bagian evaporator dan bagian blower sampai benar-benar indoor unit menjadi bersih.

Gambar 3.19 Pembersihan Outdoor unit

Setelah penyemprotan indoor telah selesai dilakukan, keringkan bagian bawah sisi indoor unit dengan kain kering, lalu lepaskan terpal dan kantung plastik pada komponen indoor unit. Bersihkan tutup indoor unit beserta filternya, bila sudah dibersihkan lap tutup dan filter indoor unit sampai benar-benar kering, khususnya bagian yg menutupi komponen pcb. Pasang kembali tutup indoor unit dan jangan lupa pasang kembali bautnya. Setelah penyemprotan pada indoor unit telah selesai, beralih kebagian outdoor unit, dibagian ini tidak diperlukan terpal atau kantung plastik.semprotkan bagian condenser yg dipenuhi oleh debu, cuci outdoor sampai

bersih. Setelah penyemprotan/pembersihan pada outdoor selesai dilakukan, operasikan ac split, keringkan air yg keluar dari bagian blower ketika unit tata udara dioperasikan.

Gambar 3.20 Koil Kondensor Bersih dan Kotor

Tugas Praktek

Prosedur Cleaning AC Split

1. Lakukan pump down pada unit AC Split yang akan dicuci dengan menutup saluran liquid yang menuju ke kondenser.

   Caranya : Pasang manifold gauge pada katub service sisi tekanan rendah (pipa besar) kemudian atur posisi katub pada saluran liquid (pipa kecil) hingga mencapai posisi “Front Seat” (putar searah jarum jam). Semua kegiatan tersebut dilakukan pada saat AC split masih dalam kondisi running. Tunggu beberapa saat, penunjukkan meter tekanan akan turun, bila penurunan tekanan mencapai sekitar 5 psi, matikan kompresor. Pump down selesai. Pada hakekatnya pump down adalah kegiatan untuk mengumpulkan refrigeran ke dalam unit kondenser. Sehingga bila pipa yang menghubungkan unit in door dan out door dilepas maka tidak ada refrigeran yang terbuang.
2. Lepas sambungan pipa yang menuju ke condenser.
3. Proses pencucian kondenser sama seperti pada unit AC Window.
4. Bila sudah dirakit kembali, pasang kembali sambungan pipa ke kondenser.
5. Jangan lupa melakukan “purging” yaitu membuang udara yang ada di dalam pipa.

   Caranya : Pasang terlebih dahulu sambungan pipa kecil pada tempatnya dan kencangkan flare nutnya. Kemudian pasang kembali sambungan pipa besar, ikatan flare nut agak dikendorkan. Selanjutnya buka sedikit posisi katub pada pipa kecil, sehingga ada aliran fefrigeran yang keluar dari pipa kecil menuju ke evaporator dan keluar lagi menuju ke sambungan flare nut pipa besar yang masih kendor. Biarkan kira-kira 15 hitungan dan kemudian kencangkan flare nut pada pipa besar. Purging selesai.
6. Atur kembali posisi service valve pada pipa kecil (berlawanan arah jarum jam) hingga mencapai posisi back seated.

D. Kegiatan Belajar 4

Mengganti Kompresor Hermetik

Lembar kerja 4.1: Seperti telah kalian ketahui, bahwa kompresor merupakan komponen vital dari sistem refrijerasi kompresi uap. Banyak yang beranggapan ekstrim, mengibaratkan kompresor seperti jantung pada organ manusia. Memang tidak salah. Sebelum kalian mempelajari tentang prosedur penggantian kompresor, ada satu hal penting yang harus kalian ingat kembali, yaitu jenis kompresor yang lazim digunakan pada unit tata udara domestik/komersial, dan bagaimana memeriksa fungsi serta performansi kompresor khususnya kompresor hermetik yang digunakan pada unit tata udara. Diskusikan permasalahan tersebut secara berkelompok. Kalian harus mampu memperjelas permasalahannya. Presentasikan hasil kerja kalian di kelas. Paparan kalian harus komprehensif, dan sistematik berbasis referensi yang dapat dipercaya.

Gambar 4.1 Kompresor Hermatik

Cara penggantian compressor pada AC split dibutuhkan sebuah alat pengelasan yaitu tabung camping gas dan tabung oxigen. Bisa juga dilakukan dengan pengelasan menggunakan blender, bila anda belum mempunyai tabung oxigen. Bila menggunakan sistem pengelasan dengan menggunakan blender, ketika akan

melepaskan dua buah sambungan pipa di compressor yang bertanda lingkaran merah (lihat gambar), maka semua tutup body outdoor harus dibuka agar hawa panas dari blender tidak mengenai compressor. Dianjurkan menggunakan sistem pengelasan dengan campuran oxigen, agar pekerjaan dapat diselesaikan dengan cepat.

Gambar 4.2 Kompresor AC Split

Setelah melepaskan dua buah sambungan pipa pada compressor, lepaskan tiga buah mur yg berada pada bagian bawah kaki compressor dengan menggunakan kunci ring atau pas ukuran 12-13. Setelah melepaskan tiga buah mur pada kaki compressor, angkat compressor keluar dari dudukannya.

Penggantian compressor harus sesuai dengan type label yg berada pada body compressor, atau bisa juga diganti dengan dasar persamaan kapasitas pendinginan.
Contoh sebuah compressor national 1 pk bisa diganti dengan compressor merk hitachi yg berukuran 1 pk juga, walaupun pada kaki compressornya berbeda dengan merk national sehingga baut pada lubng dudukan pada kaki compressor hanya dapat

dipakai 1 atau 2 buah saja. Pada waktu penggantian compressor ganti pipa kapiler dan saringannya agar refrigeran dapat bersikulasi dengan lancar.

Cara pencarian terminal compressor adalah sebagai berikut :

Posisikan multitester pada skala ohm x 10 ukur semua tahanan ketiga terminal compressor sampai menemukan tahanan yg terkecil, bila sudah anda dapatkan tahanan yg terkecil, satu terminal yg tidak tersentuh probe tester itu adalah (s)atau starting yg dihubungkan dengan running capasitor. Sedangkan untuk pencarian (r) nya ukur dari terminal (s) dengan terminal lainnya, tahanan yg terbesar adalah (r) yg juga dihubungkan dengan running capasitor dan 1 line listrik dan tahanan yg terkecil adalah (c) yg dihubungkan langsung dengan line listrik. Setelah compressor, saringan dan pipa kapiler sudah terpasang dan nepel pipa instalasi juga sudah terpasang pada kran valve, operasikan ac split.

Pasang selang manifold warna biru pada pentil pengisian refrigeran dan buka kran manifold warna biru/tekanan rendah. Setelah outdoor unit mendapat supply listrik lakukan pemakuman yaitu dengan cara menutup kran valve hisap dengan kunci L sampai tertutup rapat. Angin akan keluar dari ujung selang yg berwarna kuning, diamkan sampai angin habis atau tidak ada lagi angin yg keluar dari ujung selang warna kuning. Setelah angin yg keluar benar-benar habis, tutup kran manifold warna biru sampai benar-benar tertutup rapat.

Buka kran hisap yg tadinya ditutup dengan kunci L sampai terbuka penuh, lalu pasang selang manifold warna kuning pada tabung refrigeran. Buka kran pada tabung refrigeran lalu isikan refrigeran dengan cara membuka kran manifold warna biru/tekanan rendah. Lakukan pengisian refrigeran sambil melihat amper compressor pada tang amper, bila amper normal lanjutkan pengisian refrigeran. Tetapi bila amper tinggi, ganti pipa kapiler dengan ukuran yg lebih besar dan lakukan pengecekan kebocoran pada sambungan compressor yg baru di las dengan air sabun bila outdoor sudah terisi dengan refrigeran.

Komponen listrik yg berada pada outdoor unit adalah:

1. running capasitor
2. fan capasitor

3. fan motor
4. overload compressor
5. komponen pcb (untuk ac split type multi)

Running capasitor berfungsi menyimpan muatan listrik untuk menbantu gerak motor pertama atau start compressor. Kerusakan running capasitor dapat diketahui dengan menggunakan multitester yaitu dengan cara:
Posisikan knop multitester pada skala ohm/tahanan X 1000 lalu tempelkan kedua probe multitester kepada dua kaki terminal running capasitor kemudian lihat pada waktu anda menempelkan kabel probe – dan +, apa jarum penunjuk pada multitester bergerak kekanan lalu kembali lagi kekiri dengan cepat? Bila “ya” berarti running capasitor dalam kondisi baik, bila jarum multitester tidak kembali lagi kekiri dengan cepat berarti running capasitor rusak.

Fan capasitor berfungsi untuk membantu start pertama pada fan motor outdoor unit, cara mengetahui kerusakan fan capasitor sama dengan cara mengetahui kerusakan pada running capasitor. Fan motor pada outdoor unit berfungsi untuk membuang panas yg berada pada condenser, kerusakan pada fan motor outdoor dapat anda lihat pada artikel fan motor outdoor unit.

Overload compressor berada dekat dengan terminal compressor, berfungsi untuk memutuskan aliran listrik bila arus listrik yg masuk pada compressor melebihi ambang batas. Didalam overload terdapat 2 bimetal yg bila dilalui arus listrik yg tinggi dapat memuai, sehingga arus listrik dapat dicegah untuk masuk ke compressor. dengan adanya overload tidak menjamin compressor tidak dapat terbakar gulungan dinamonya. Cara mengetahui overload yg rusak yaitu dengan cara mengukur kedua terminal yg berada pada overload dengan multitester pada skala ohm. bila jarum multitester bergerak disaat kedua kabel probe ditempelkan pada kedua kaki overload, berarti overload dalam kondisi baik. Cek juga pada bagian bawah overload apakah berkarat atau tidak? bila berkarat atau sudah rapuh, ganti overload dengan yg baru.

Gambar 4.3 Cara mengunakan tang amper

Pengecekan arus listrik/amper pada compressor dilakukan saat ac split beroperasi/diisi dengan refrigeran, menggunakan sebuah alat yaitu tang amper/clamp multimeter. Tang amper dapat berfungsi sebagai multitester. Bila arus listrik/amper melebihi ambang batas akan mengakibatkan compressor overload. Overload berfungsi memutuskan aliran listrik bila suhu pada compressor melebihi dari 150 derajat celcius. Pertama-tama bila ingin mengecek arus listrik/amper sebuah compressor adalah buka tutup power supply pada outdoor unit lalu rengangkan kabel power supply agar ujung jepitan pada tang amper dapat masuk pada salah satu kabel power supply lalu posisikan knop pada ukuran arus listrik/amper. nilai arus listrik/amper (current) dapat anda lihat pada tabel disisi indoor unit.

E. Kegiatan Belajar 5

Retrofitting Unit Tata Udara Domestik

Lembar Kerja 5.1. Bahan Perusak Lapisan Ozon Stratosfir

Seperti telah kalian ketahui, bahwa lapisan ozon stratosfir yang melindungi organisme dan kehidupan di permukaan bumi dari sengatan sinar ultraviolet yang

yang sangat merusak. Lapisan ozon stratorfir harus selalu dijaga kelestariannya. Diskusikan permasalahan tersebut secara berkelompok. Kalian harus mampu memperjelas permasalahannya. Presentasikan hasil kerja kalian di kelas. Paparan kalian harus komprehensif, dan sistematik berbasis referensi yang dapat dipercaya.

1. Lapisan Ozon

Ozon pertama kali ditemukan oleh Christian Friedrich Schonbein pada tahun 1840. Penamaan ozon diambil dari bahasa yunani "ozein" yang bau. Ozon dikenal sebagai gas yang tidak memiliki warna. Pada tahun 1867 para ilmuan sudah dapat menjelaskan bahwa ozon adalah sebuah molekul gas yang terdiri tiga buah atom oksigen (O3). Kemudian pada tahun 1930, Chapman dapat menjelaskan pembentukan ozon secara alamiah, bahwa sinar ultraviolet dari pancaran sinar Matahari mampu menguraikan gas oksigen di udara bebas. Molekul oksigen tadi terurai menjadi dua buah atom oksigen, proses ini kemudian dikenal dengan nama photolysis. Lalu atom oksigen tadi secara alamiah bertumbukan dengan molekul gas oksigen yang ada disekitarnya, lalu terbentuklah ozon.

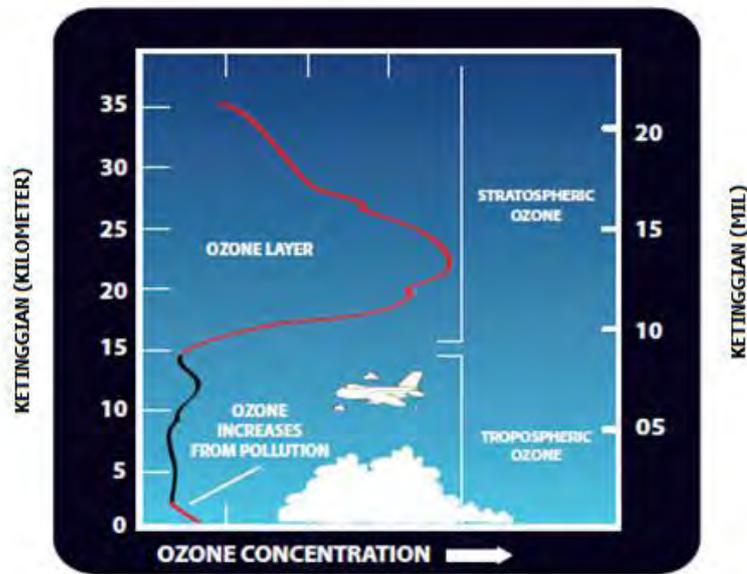
Ozon yang terdapat pada lapisan stratosfir yang kita kenal dengan nama lapisan ozon, adalah ozon yang terjadi dari hasil proses alamiah photolysis ini. Ozon (O3) dihasilkan apabila O2 menyerap sinar ultraviolet pada jarak gelombang 242 nanometer dan disingkirkan dengan fotosintesis dari sinar bagi jarak gelombang yang besar dari 290 nm. Ozon (O3) juga merupakan penyerap utama sinar UV antara 200 dan 330 nm.

Lapisan ozon berada pada ketinggian 19 – 48 km (12 – 30 mil) di atas permukaan Bumi. Peristiwa ini telah terjadi sejak berjuta-juta tahun yang lalu. Ketebalan lapisan ozon bervariasi tergantung pada lokasi geografi dan musim. Konsentrasi sangat besar di ketinggian sekitar 25 km di dekat khatulistiwa dan di sekitar ketinggian 16 km dekat kutub

Lapisan ozon sangat bermanfaat bagi kehidupan di Bumi karena ia melindungi kita dengan cara menyerap 90% radiasi sinar ultraviolet (UV) yang dipancarkan oleh matahari. Diketahui bahwa Sinar UV sangat berbahaya dan dapat menyebabkan kerusakan berbagai organisme di bumi, antara lain penyakit kanker kulit, katarak, kerusakan genetik, penurunan sistem kekebalan hewan, tumbuhan dan organisme yang hidup di air, mengurangi hasil pertanian dan hutan, mematikan anak-anak ikan, kepiting dan udang di lautan, serta mengurangi jumlah plankton yang menjadi salah satu sumber makanan kebanyakan hewan-hewan laut.

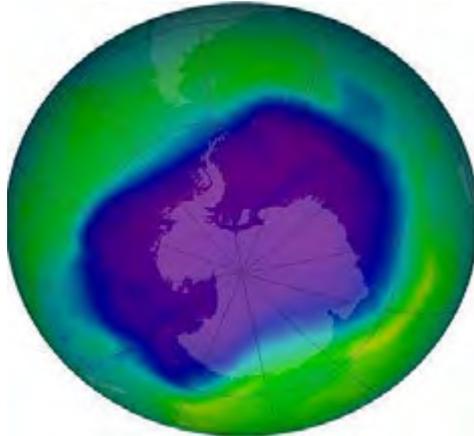
Kerusakan lapisan ozon juga memiliki pengaruh langsung pada pemanasan bumi yang sering disebut sebagai “efek rumah kaca”. Sebagian besar ozon stratosfer dihasilkan di kawasan tropis dan diangkut ke ketinggian yang tinggi dengan skala-besar putaran atmosfer semasa musim salju hingga musim semi. Umumnya kawasan tropis memiliki ozon yang rendah.

Ozon adalah gas beracun sehingga bila berada dekat permukaan tanah akan berbahaya bila terhisap dapat merusak paru-paru bahkan mampu menyebabkan kematian. Karena sifat racun yg dimiliki oleh ozon ini, manusia menemukan ide seharusnya ozon bisa dimanfaatkan seperti: untuk membunuh kuman-kuman penyakit.

Berdasarkan pengetahuan manusia mengenai proses bagaimana terjadinya ozon, pada tahun 1857 Siemens berhasil membuat ozon dengan metode dielectric barrier discharge. Pembentukan ozon dengan electrical discharge ini secara prinsip sangat mudah. Tumbukan dari electron yang dihasilkan oleh electrical discharge dengan molekul oksigen menghasilkan dua buah atom oksigen. Selanjutnya atom oksigen ini secara alamiah bertumbukan kembali dengan molekul oksigen di sekitarnya, lalu terbentuklah ozon. Dewasa ini, metode electrical discharge merupakan metode yang paling banyak dipergunakan dalam pembuatan ozon diberbagai kegiatan industri.

Gambar 5.1 Distribusi Ozon di Atmosfir

2. Bahan Perusak Ozon (BPO)

Pengurangan lapisan ozon di stratosfir merupakan perusakan kimiawi melalui reaksi alam dan lazim disebut sebagai masalah lingkungan global. Isu lingkungan ini utamanya disebabkan oleh bahan perusak ozon (BPO). Sesungguhnya, lapisan ozon di stratosfir selalu terbentuk dan berkurang secara alami. Tetapi dengan adanya bahan perusak ozon (BPO), dapat meningkatkan akselerasi proses perusakan ozon, sehingga lapisan ozon berkurang hingga di bawah normal. Perusakan lapisan ozon oleh BPO menyebabkan radiasi sinar ultraviolet ke permukaan bumi menjadi semakin tinggi karena tidak ada penghalangnya. Radiasi sinar ultraviolet sangat membahayakan kelangsungan kehidupan ornaisme di bumi.

Perusakan ozon oleh BPO sudah diamati sejak tahun 1985. Dan kini, ketebalan ozon semakin menipis. Menipisnya lapisan ozon ini dikenal sebagai lubang ozon. Saat ini dapat dibuktikan, lubang ozon di wilayah antartika semakin membesar, seperti diperlihatkan dalam Gambar 5.2.

Gambar 5.2. Lubang Ozon semakin Membesar di Antartika

Diantara berbagai jenis bahan refrijeran yang ada, jenis yang paling terkenal adalah CFC (klorofluorokarbon) yang ditemukan oleh seorang peneliti berkebangsaan Amerika yang bernama “Thomas Midgely” dari General Motor pada tahun 1928. Pada awalnya CFC tersebut digunakan sebagai bahan pendingin generator sebagai pengganti amonia. Tetapi pada tahap berikutnya digunakan sebagai refrijeran. Refrigeran adalah fluida penukar kalor yang digunakan di dalam sistem refrigerasi dan tata udara. Refrigeran dari keluarga CFC antara lain R-12 yang banyak digunakan pada sistem refrigerasi dan AC mobil.

Sebagai fluida penukar kalor, CFC merupakan bahan kimia yang unik dan ajaib. Karena disamping mempunyai sifat thermodinamik yang bagus juga tidak beracun dan tidak mudah terbakar. Oleh karena itu pemakaian CFC lebih menguntungkan dibandingkan dengan jenis lainnya. Tetapi setelah mengabdi pada kehidupan manusia selama lebih setengah abad, CFC harus menerima kenyataan dihapuskan dari peredarannya karena terbukti sebagai bahan perusak ozon (BPO). Karena sebagai BPO maka CFC dianggap tidak ramah lingkungan yakni merusak lapisan ozon di stratosfir dan mempunyai kontribusi tinggi terhadap efek pemanasan global.

Jenis kedua adalah hidrofluorocarbon (HCFC) yang sudah ditemukan sejak tahun 1930. Keluarga HCFC yang terkenal adalah R-22 yang banyak digunakan pada peralatan tata udara (Air conditioner).

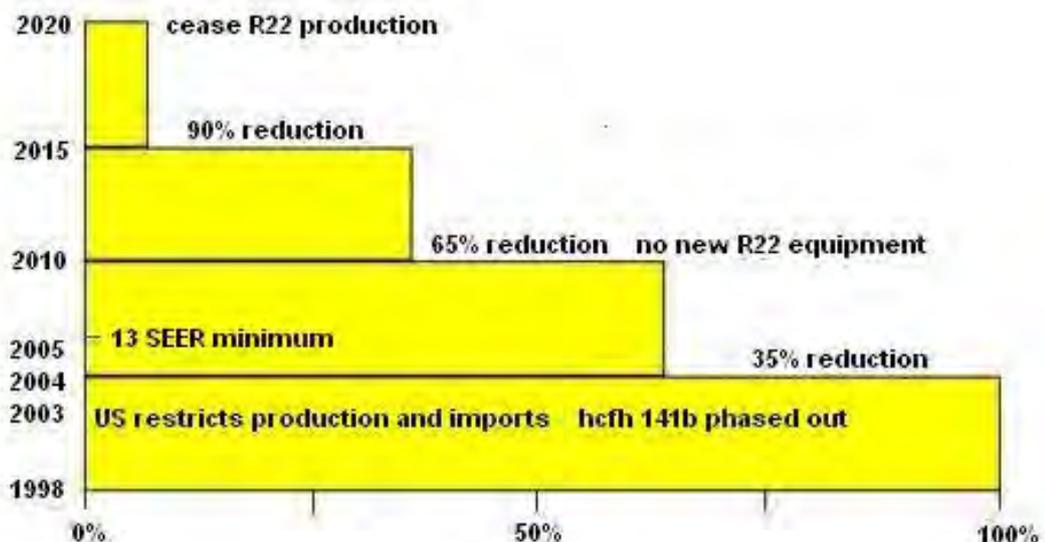
Gambar 5.3. Refrigeran-22 (R-22)

Karena perusakan lapisan ozon di stratosfir dirasa semakin membesar, maka pada tahun 1989 diadakan kesepakatan untuk mempercepat penghapusan pemakaian CFC melalui kesepakatan internasional yang diratifikasi oleh 36 negara di acara besar yang dikenal dengan: "*Montreal Protocol*". Selanjutnya pada tahun 1990 pada pertemuan di London, disepakati untuk menghapus CFC hingga tahun 2005. Indonesia termasuk salah satu dari 137 negara yang ikut meratifikasi Protokol Monteral pada tahun 1992 dengan bersedia menghapus komsumsi CFC mulai tahun 1997. Karena tingkat perusakan ozon keluarga HCFC lebih rendah dibandingkan CFC, maka jadwal pengurangan konsumsinya juga lebih lambat.

3. Penghentian Pemakaian BPO

Demi menjaga kualitas lingkungan terhadap konsumsi bahan perusak ozon (BPO), komunitas dunia yang dipelopori oleh negara-negara kelompok G8, telah memiliki komitmen bulat untuk mengeliminasi konsumsi refrijeran R-22 (HCFC)

secara bertahap pada tenggat waktu tertentu, seperti diperlihatkan dalam Gambar 5.3. Bermula dari benua Eropa dan Amerika, di mana pemasangan instalasi sistem refrigerasi dan tata udara baru berbasis refrijeran R-22 telah dilarang secara bertahap mulai tahun 2010, dan penghapusan secara total konsumsi refrijeran R-22 dijadwalkan pada bulan Desember 2014. Selama menunggu tenggat waktu tersebut, masih diperbolehkan menggunakan refrijeran R-22 untuk keperluan perawatan dan perbaikan peralatan refrigerasi dan tata udara. Tetapi setelah Desember 2014 walaupun sistem refrigerasi dan tata udara yang menggunakan refrijeran R-22 masih beroperasi dengan layak, tidak diperbolehkan menambah R-22 ke dalam sistem untuk keperluan perawatan dan perbaikan.

Sesungguhnya peredaran BOP harus sudah dihentikan di Indonesia sejak keluarnya Peraturan Menteri Perdagangan pada 1 Januari 2008 lalu. Untuk mengawasi hal itu, kkementerian perdagangan saat ini terus melakukan kerjasama dengan Bea Cukai untuk mengawasi importir yang dikhawatirkan masih mengirimkan BPO ke Indonesia. Jika ada yang melanggar, pasti akan dikenai sangsi sesuai peraturan perundangan yang berlaku.

Gambar 5.4. Jadwal Pengurangan Konsumsi R-22

(C) 2007 Daniel Friedman

SANYO

Gambar 5.5 Kebutuhan Kenyamanan Semakin Meningkat

4. Retrofit

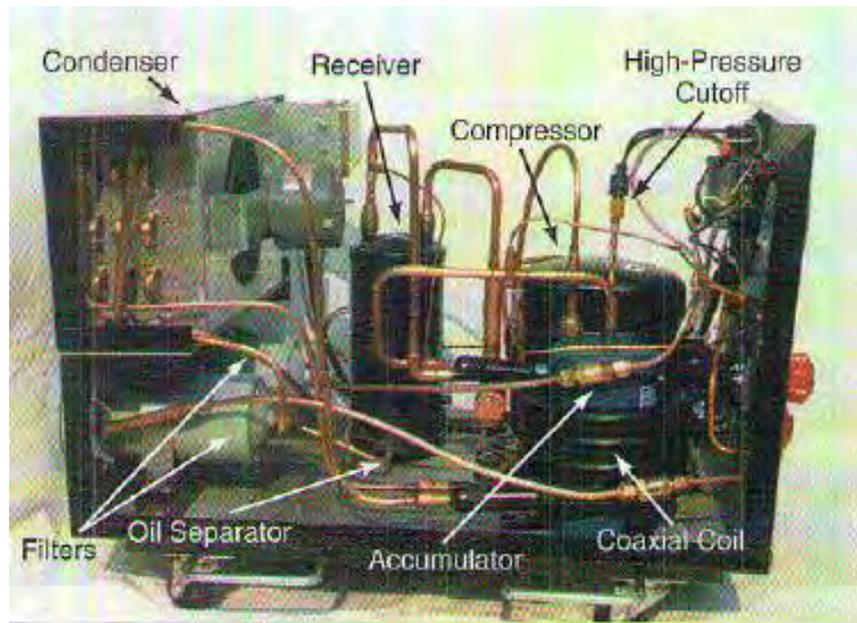
Retrofit merupakan masalah nyata yang ada di masyarakat. Masalah pokok pada pelaksanaan retrofit terbagi menjadi dua, yaitu masalah yang berkaitan dengan isu lingkungan dan masalah teknis yang berkaitan dengan prosedur baku pelaksanaan retrofit. Masalah ini sangat ideal diangkat sebagai "ill problem" dalam pembelajaran berbasis masalah.

Gambar 5.6 Peralatan Recovery

Demi menjaga kualitas lingkungan terhadap konsumsi bahan perusak ozon (BPO), komunitas dunia yang dipelopori oleh negara-negara kelompok G8, telah memiliki komitmen bulat untuk mengeliminasi konsumsi refrijeran R22 (HCFC) secara bertahap pada tenggat waktu tertentu. Bermula dari benua Eropa dan Amerika, di mana pemasangan instalasi sistem refrigerasi dan tata udara baru berbasis refrijeran R22 telah dilarang secara bertahap mulai tahun 2010, dan penghapusan secara total konsumsi refrijeran R22 dijadwalkan pada bulan Desember 2014. Selama menunggu tenggat waktu tersebut, masih diperbolehkan menggunakan refrijeran R22 untuk keperluan perawatan dan perbaikan peralatan refrigerasi dan tata udara. Tetapi setelah

Desember 2014 walaupun sistem refrigerasi dan tata udara yang menggunakan refrijeran R22 masih beroperasi dengan layak, tidak diperbolehkan menambah R22 ke dalam sistem untuk keperluan perawatan dan perbaikan.

Oleh karena itu, demi menjunjung tinggi kesepakatan bersama untuk alasan keselamatan lingkungan hidup melalui perjanjian protocol montreal, maka pemakaian refrijeran R22 yang lazim diterapkan pada unit refrigerasi dan tata udara (*air conditioner*) di indonesia juga harus segera diakhiri. Telah tersedia beberapa jenis refrijeran alternatif yang ramah lingkungan yang dapat menggantikan fungsi R22, antara lain R404a, R407c, dan R410a.

Gambar 5.7 Pekerjaan Retrofit

Gambar 5.8 Konstruksi Mesin recovery

Retrofit adalah kegiatan penggantian refrijeran yang dilakukan pada unit refrigerasi dan tata udara, dengan refrigeran baru yang ramah lingkungan. Salah satu produsen berskala besar yang memproduksi kompresor refrigerasi, yakni Danfoss, melalui salah satu terbitan buletinnya, R22 retrofit, telah melansir hasil evaluasi empat skenario yang berbeda tentang retrofit dan drop-in, seperti berikut: (a) drop-in, (b) light-retrofit, (c) stnadrad-retrofit, dan (d) heavy-retrofit.

a. Drop-in

Drop-in merupakan pekerjaan retrofit yang paling murah dan sederhana. Pada metode ini retrofit dilakukan tanpa mengganti komponen apapun, termasuk oli kompresornya.

b. Light Retrofit

Pada metode ini, retrofit dilakukan dengan mengganti filter dan oli kompresor.

c. Standard Retrofit

Pada metode ini, retrofit dilakukan dengan mengganti filter, pipa kapiler, dan oli kompresor.

d. Heavy Retrofit

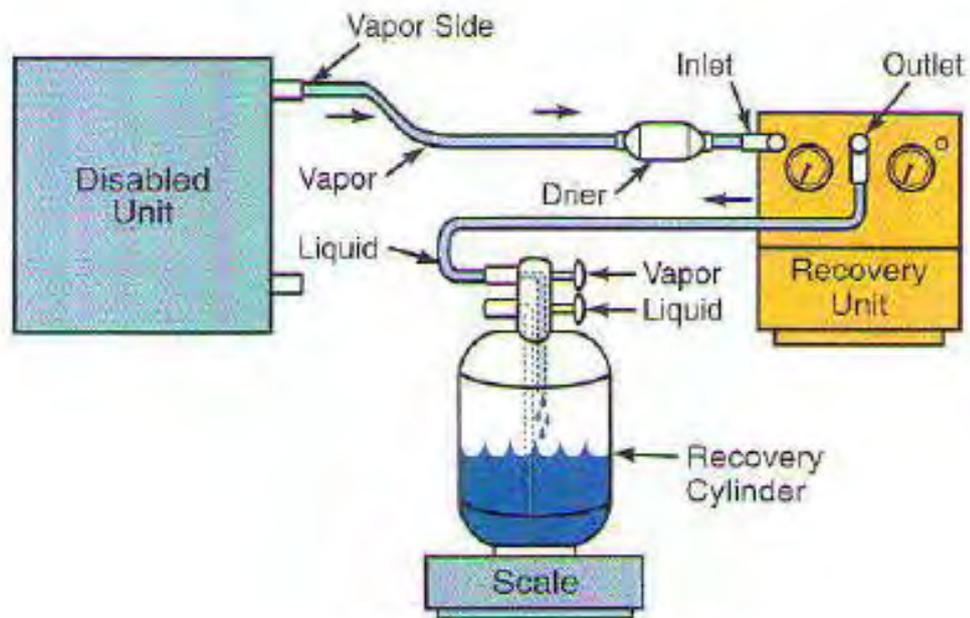
Pada metode ini, retrofit dilakukan dengan mengganti unit kondensing, yang terdiri kompresor, pipa kapiler dan filter

Gambar 5.9 Refrigerant Charging v.s Refrigerant Recovery

Tabung (silinder) yang digunakan untuk menampung refrijeran hasil mesin recovery berbeda warna dengan tabung refrijeran yang dipasarkan. Warna tabung khusus untuk pekerjaan recovery adalah bagian bawah tabung berwarna kelabu, dan bagian atas tabung berwarna kuning (Gambar 5.9)

Ketika melakukan recovery, pastikan tabungnya sudah memiliki label jenis refrijeran. Jangan pernah mencampur refrijeran berbeda dalam satu tabung. Tabung khusus untuk recoveri memiliki dua katup, yang pertama untuk liquid dan yang kedua untuk gas. Dengan tersedianya katub likuid, maka untuk mengambil likuid refrijeran dari dalam sistem tidak perlu membalikkan tabung.

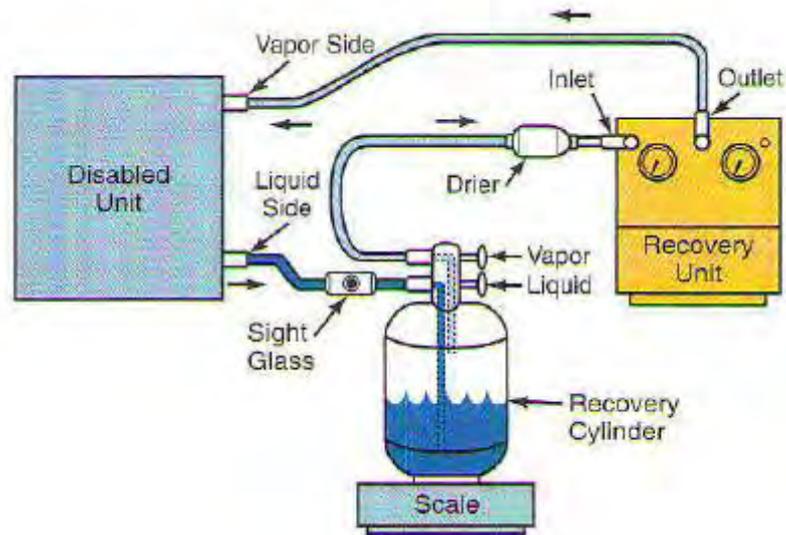
Metoda *Vapor Recovery*

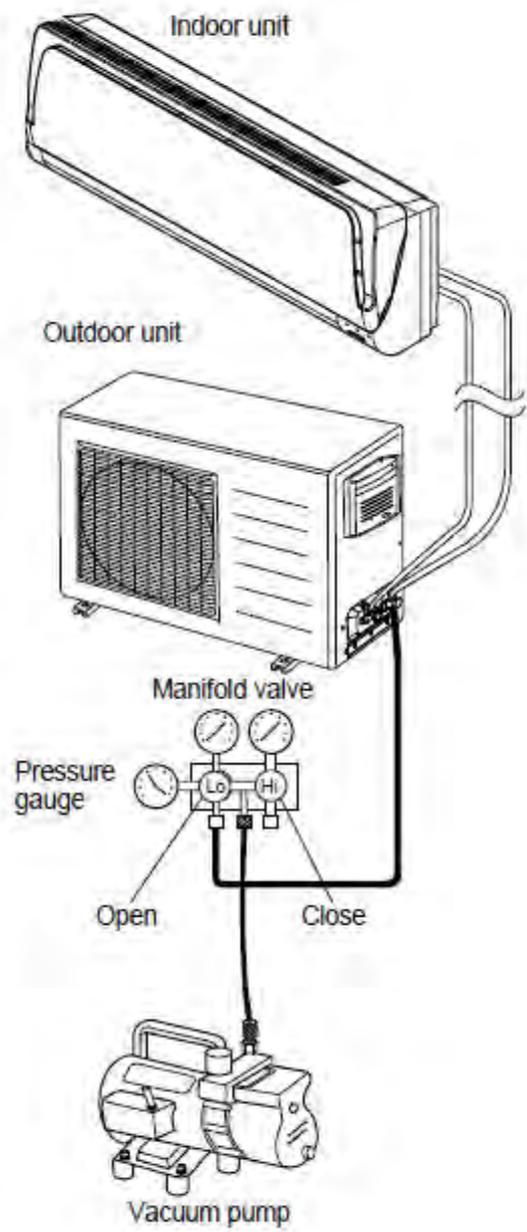
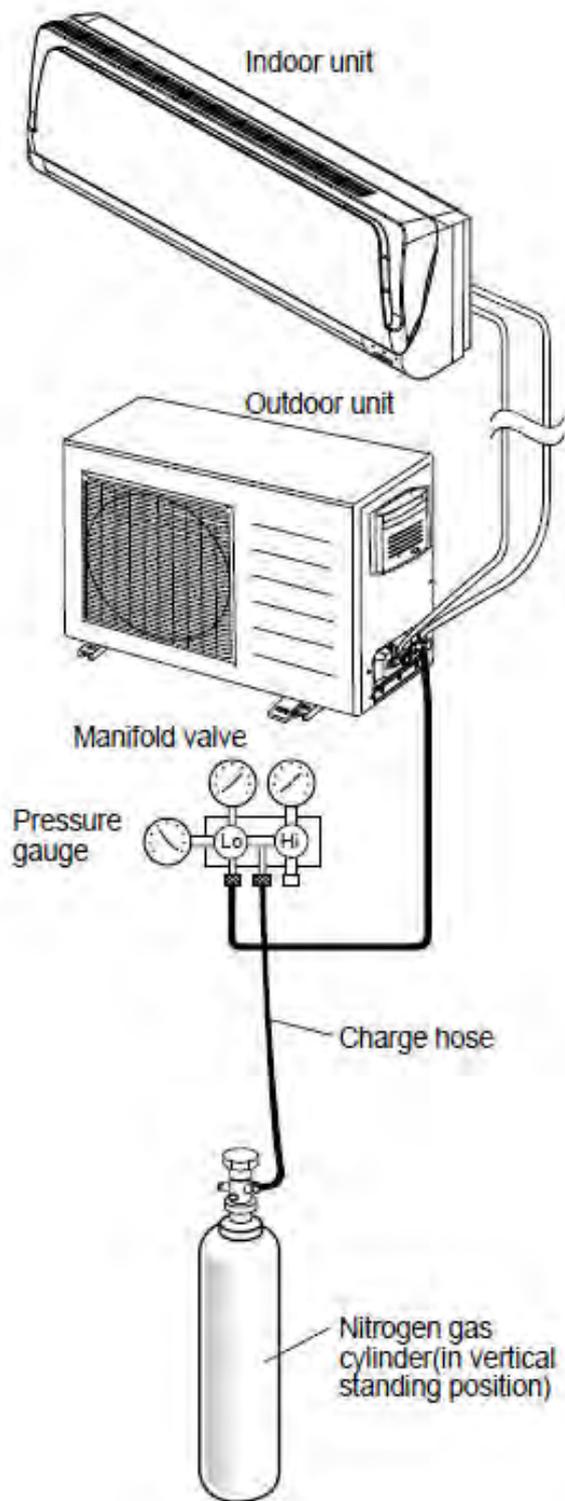
Metoda vapor recovery digunakan untuk mengeluarkan refrijeran dari dalam unit tata udara dalam bentuk gas. Cara ini dapat dilakukan dengan menggunakan mesin recovery berskala kecil. Dengan menggunakan mesin kecil, kalian dapat mengeluarkan refrijeran dari dalam unit tata udara untuk keperluan domestik dan komersial. Cara ini diperlihatkan dalam Gambar 5.10.

Gambar 5.10 Vapor Recovery Method

Pekerjaan recovery mirip dengan pekerjaan evakuasi dengan vacuum pump. Pada prinsipnya, selang dari sisi tekanan rendah mesin recoveri (inlet) dihubungkan ke saluran tekanan rendah unit tata udara (vapor side). Dan outpet mesin recoveri terhubung ke silinder recovery.

Jika recovery telah selesai ditunjukkan melalui penunjukkan gauge pressure ke nilao nol. Tutup katup (shut off valve). Tunggu sampai lima menit. Jika tekanan pada gauge pressure naik kembali ke posisi 10 psi atau lebih, berarti masih ada liquid refrijeran di dalam sistem, untuk itu lakukan recovery sekali lagi.

Liquid Recovery

Cara mengeluarkan refrijeran dari unit tata udara dalam bentuk likuid refrijeran memakan waktu waktu lebih cepat dibandingkan dalam bentuk gas. Gambar 5.11 memperlihatkan cara mengeluarkan refrijeran dalam bentul liquid. Konfigurasi penyambunagn selang liquid recovery berbeda dengan cara vapor recovery. Hati-hati jangan sampaiterbalik. Jika selang dari sisi inlet mesin recovery terhubung ke liquid side dari unit tata udara dapat merusak mesin recovery.

Gambar 5.11 Liquid Recovery Method

Diskusi: Buat suatu artikel ilmiah berbasis Gambar Kerja 1 dan Gambar Kerja 2. Kedua gambar tersebut memperlihatkan suatu pekerjaan servis yang dilakukan pada satu unit tata udara. Artikel yang kalian buat harus mengikuti kaidah penulisan karya tulis ilmiah, yakni harus mencakupi Judul artikel, Pendahuluan, Pemaparan, dan Penutup.

Gambar Kerja 1

Gambar Kerja 2

Kerja Proyek. Pekerjaan Reftrofit Unit Tata Udara Domestik

Tugas kalian kali ini merupakan tugas akhir semester. Berbekal pengetahuan dan keterampilan yang telah kalian miliki, secara berkelompok rancanglah sebuah proyek pekerjaan retrofit pada unit tata udara domestik dengan ketentuan seperti diuraikan dalam petunjuk kerja berikut.

Petunjuk Kerja:

1. Buat sebuah rancangan proyek pekerjaan retrofit AC split yang memiliki kapasitas pendinginan antara 1/2 HP hingga 2,2 HP.
2. Uraikan aktivitas proyek mencakupi persiapan, pelaksanaan, dan pelaporan hasil
3. Apapun yang kalian kerjakan harus mengacu kepada gambar kerja, dan tidak boleh ada perubahan.
4. Setelah pekerjaan instalasi selesai, kalian harus melakukan test pressure dan evakuasi untuk memastikan tidak kebocoran pada instalasi pemipaannya.
5. Kegiatan terakhir lakukan start-up test dan komisioning dan buat laporan pelaksanaan proyek dan presentasikan di kelas.

Laporan Starat-up dan Komisioning Unit Tata Udara Domestik

Laporan komisining harus mencakupi aspek-aspek berikut:

- Refrigerant Type Mass ofthe Refrigerant Charge
- Ambient Temperature
- Suction Pressure
- Saturated Suction Temperature
- Suction Superheat Value
- Air Suction Temperature onto Evaporator
- Air Discharge Temperature off Evaporator

Seperti kalian ketahui, unit tata udara digunakan untuk menciptakan kenyamanan tubuh dalam suatu ruang. Kenyamanan ruang mencakupi dua aspek yaitu, kesesuaian suhu dan kelembaban udara dengan zona nyaman yang telah ditetapkan oleh para ahli kesehatan. Pemakaian unit tata udara untuk keperluan kenyamanan tidak dapat dilakukan secara sembarangan. Ada beberapa variabel pendukung yang dapat berpengaruh terhadap kenyamanan tubuh. Salah satunya adalah kapasitas unit tata udara yang digunakan. Dalam hal ini harus ada kesesuaian antara kapasitas unit tata udara yang akan dipasang di suatu ruang dengan beban pendinginan pada ruang yang bersangkutan.

Untuk menenetukan apakah kondisi ruang yang telah dikondisikan dengan unit tata udara itu telah memenuhi kenyamanan tubuh atau belum, diperlukan pemeriksaan terkait dengan kondisi suhu dan kelembaban udara pada ruang tersebut. Di lain pihak, unit tata udara yang terpasang pada ruang tersebut perlu juga mendapat perhatian. Apakah performansi unit tata udara tersebut telah optimal, sehingga dapat beroperasi secara efisien? Untuk menjawab masalah itu, juga diperlukan pemeriksaan. Pemeriksaan unit tata udara terkait dengan performansinya,lazim disebut komisioning.

Dari paparan di atas, kalian menjadi semakin paham tentang aplikasi sistem tata udara. Sistem tata udara tidak hanya menjaga kondisi udara konstan pada titik suhu tertentu, atau dengan kata lain unit tata udara tidak sekedar hanya menyediakan udara dingin di dalam ruangan. Ada sasaran dan tujuan yang lebih besar, yaitu menciptakan kenyamanan tubuh melalui penerapan sistem tata udara yang efektif dan efisien. Penerapan sistem tata udara yang efektif dan efisien, terkiat dengan kapasitas unitnya dan beban pendinginan pada ruangannya.

Diunduh dari BSE.Mahoni.com

DAFTAR PUSTAKA

McQuiston, Parker and Spitler, Heating Ventitalting, and Air Conditioning, Analysis and Design, 2005, 6th Ed., John Wiley & Sons, Inc.

Althouse, Turnquist, Bracciano, 2003, Modern Refrigeration & Air Conditioning, Instructor Manual with answer Key, The Goodheard-Willcox Company, USA

Goliber, Paul F., 1986, Refrigeration Servicing, Bombay, D.B. Taraporevala Son & Co Private L.td

Harris, 1983, Modern Air Conditioning Practice, Third Edition, Mc.Graw - Hill International Book Company

Althouse, Andrew D., 2003, Modern Refrigeration & Air Conditioning, The Goodhard-Willcox Company, USA

John Tomczyk, Troubelshooting & Servicing Modern Refrigeration & Air Conditioning System,

Dossat, Roy J., 1980, Principles of Refrigeration, Second Edition, SI Version, Jonh wiley & Son Inc., New York, USA